www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

2e JAARGANG NUMMER 6 JUNI 1937

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

EEN GENERATOR VOOR ZEER HOOGE GELIJKSPANNING

door A. KUNTKE.

Samenvatting. Beschrijving van een hoogspanningsinstallatie voor 1,25 millioen volt nullastspanning en voor een toelaatbare belasting van 4 mA, welke in het Cavendish-laboratorium opgesteld werd. In principe stemt deze installatie overeen met de vroeger in dit tijdschrift [1]) beschreven installatie in het Philips-laboratorium.

Eenige tijd geleden werd in een nieuw gedeelte van het Cavendish-laboratorium te Cambridge, dat onder leiding staat van lord Rutherford, een generator opgesteld, waarmede een continue positieve of na omschakeling ook negatieve gelijkspanning kan worden opgewekt van maximaal 1,25 millioen volt ten opzichte van de aarde. Deze generator, die men gebruiken wil bij onderzoekingen op het gebied van de kernphysica, is uitgewerkt in het Röntgenlaboratorium der Philipsfabrieken. Hier zal een nadere beschrijving worden gegeven van deze generator en van de wijze, waarop ze functionneert.

Het hoogspanningsgedeelte van deze generator is gebouwd volgens de reeds eerder beschreven [1, 4]) cascadeschakeling, een soort multiplicator-schakeling, die het eerst is aangegeven door Greinacher [2]), waarbij behalve een hoogspanningstransformator een aantal condensatoren en gelijkrichters zóó geschakeld zijn, dat alle condensatoren tot op de dubbele topspanning van de transformator opgeladen worden en de totale spanning gegeven is als de som van de spanningen der condensatoren. Greinacher zelf heeft alleen met betrekkelijke lage spanningen gewerkt; voor spanningen van meerdere honderden kV werd deze schakeling het eerst toegepast door Cockcroft en Walton [3]) en Bouwers [4]), onafhankelijk van elkaar en op verschillende wijze.

De beschrijving van het principe van deze schakeling moge hier in het kort herhaald worden. De condensator C_6' (*fig. 1*) wordt door het ventiel

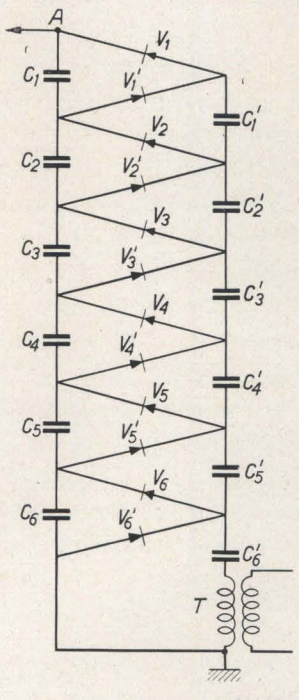

Fig. 1. Principe van de Greinacher-schakeling. Wanneer de transformator T een wisselspanning met de amplitude e levert, verkrijgt het punt A, indien er geen stroom afgenomen wordt, een constante gelijkspanning $12\,e$ ten opzichte van de aarde.

V_6' geladen op de topspanning e van de transformator T. Aan het ventiel V_6' ontstaat daardoor een spanning, die tusschen 0 en $2e$ oscilleert met de frequentie van de wisselspanning van de transformator.

Met behulp van het ventiel V_6 wordt de conden-

[1]) Vgl.: S. Gradstein, Philips techn. T. **1**, 6, 1936.
[2]) H. Greinacher, Z. Phys. **4**, 195, 1921.
[3]) J. D. Cockcroft en E. T. S. Walton, Proc. Roy. Soc. **136**, 619, 1932.
[4]) A. Bouwers, Voordracht American Congress of Radiology, Chicago 1933 (Radiology 22).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

sator C_6 tot op de gelijkspanning $2e$ geladen. De aan het ventiel V_6 optredende spanning oscilleert weer tusschen 0 en $2e$ en de condensator C_5' wordt door het ventiel V_5' eveneens geladen op een gelijkspanning $2e$. Men kan zoo doorgaan en vindt dan — mits geen stroom van het apparaat wordt afgenomen — dat alle condensatoren tot op een spanning $2e$ worden geladen, behalve die, welke met de transformator T in serie staat. De ventielen krijgen eveneens een maximale spanning $2e$. De totale spanning aan het punt A is dan de som van de spanningen der condensatoren C_6, C_5, C_4, C_3, C_2 en C_1, dus $12e$. Dit geldt slechts wanneer het apparaat onbelast is.

Wordt nu in A een stroom i afgenomen, dan krijgt men tenslotte een eindtoestand, waarin iedere condensator in één periode van de wisselspanning dezelfde lading krijgt, als hij afgeeft. Men vindt dan. dat, wanneer het evenwicht is ingetreden, de condensatoren C_1 en C_1' in iedere periode met $i\,T$,
de condensatoren C_2 en C_2' in iedere periode met $2\,i\,T$,
de condensatoren C_3 en C_3' in iedere periode met $3\,i\,T$ enz.
worden geladen en ontladen [5]). Alle ventielbuizen transporteeren in een periode de lading $i\,T$ (T is de tijdsduur van één periode).

Men kan hieruit berekenen, hoe groot de spanning is, waarop de verschillende condensatoren geladen worden en hoe ver de nu bereikte totale spanning beneden de nullastspanning ligt. Een uitvoerige berekening zou buiten het kader van dit artikel vallen en daarom zal hier alleen het resultaat worden medegedeeld.[6])

Wanneer men aanneemt, dat alle condensatoren dezelfde capaciteit C hebben en alleen de eerste, die met de transformator in serie staat, de capaciteit $2C$ heeft, dan krijgt men voor het spanningsverlies van de cascadeschakeling:

$$\Delta V = {}^2/_3\, n^3\, \frac{i}{f\,C}\,.$$

Hierin is n het aantal trappen (een trap bestaat uit 2 condensatoren en 2 ventielbuizen), f de frequentie van de wisselspanning, C de capaciteit van de condensatoren, i de afgenomen stroom.

Men ziet uit bovenstaande vergelijking, dat het spanningsverlies met de derde macht van het aantal trappen toeneemt; het is doelmatig gebleken niet meer dan 8 tot 10 trappen te gebruiken. Verder ziet men, dat verhooging van de frequentie evenals vergrooting van de capaciteiten een vermindering van het spanningsverlies ten gevolge heeft.

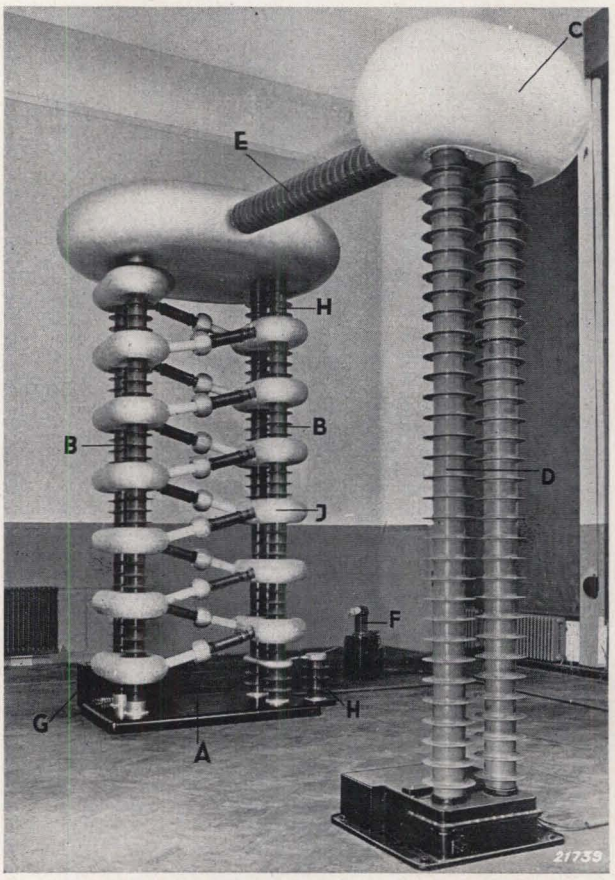

Fig. 2. Overzicht van de hoogspanningsinstallatie geconstrueerd voor het Cavendish-laboratorium te Cambridge.
A voetstuk,
B - *B* zuilen, gebouwd uit de condensatoren van de cascadeschakeling,
C afschermelectrode van de meetzuil *D*,
E dempingsweerstand,
F hoogspanningstransformator,
G hoogfrequente generator voor de verwarmingsstroom.

Bij stroomafname heeft de gelijkspanning een kleine rimpel, evenredig met de stroom, die men afneemt. Voor de amplitude δV van deze rimpel berekent men:

$$\delta V = \frac{i}{f\,C}\,\frac{n\,(n+1)}{2}\,.$$

Hierbij is weer verondersteld, dat de capaciteiten C gelijk zijn.

Bij de belastingen, die toelaatbaar zijn voor de hier beschreven apparatuur, is deze rimpel slechts

[5]) De wijze van werken van de Greinacher-schakeling bij afnemen van stroom is tamelijk gecompliceerd en zal elders[6]) uitvoeriger behandeld worden. Dat de lading van de condensator C_6' in iedere periode veel grooter moet zijn dan de gemiddelde ontlading van den condensator C_1, volgt reeds uit het principe van het behoud van energie; de condensator C_6' verkrijgt nl. zijn lading met de maximale transformatorspanning; de ontlading volgt met een veel hoogere gelijkspanning aan de top van de cascade. De toegevoerde energie (product van lading en spanning) moet echter gelijk zijn aan de afgenomen energie.

[6]) A. Bouwers en A. Kuntke, te verschijnen in Phys. Z. 1937.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

1 tot 3 % van de maximale totale spanning, al naar gelang de stroom die afgenomen wordt.

De cascadegenerator die hier beschreven wordt heeft 6 trappen, dus 12 ventielbuizen met sperspanningen van 225 kV en 12 condensatoren. De waarden der condensatoren zijn:

C_1, C_1', C_2, C_2', C_3, C_3' = 0,01 μF bij 240 kV maximale gelijkspanning,

C_4, C_4', C_5, C_5', C_6 = 0,02 μF bij 240 kV maximale gelijkspanning,

C_6' = 0,04 μF bij 120 kV maximale gelijkspanning.

De spanning, waarvan wordt uitgegaan, wordt geleverd door een transformator van 120 kV topspanning; de frequentie is grooter dan de gebruikelijke frequentie van het net, teneinde het spanningsverval van de cascadegenerator te verminderen. Zij bedraagt in het onderhavige geval 200 Hz.

De primaire spanning van de hoogspanningstransformator wordt geleverd door een motorgenerator; door de regeling van de bekrachtiging kan de hooge gelijkspanning continu geregeld worden.

Uit de aangegeven waarden van de capaciteiten kan het spanningsverval van de generator worden berekend op 40 kV/mA en de rimpel van de totale spanning op 7 kV/mA. Onbelast levert de cascadegenerator een gelijkspanning van 1,25 millioen volt. De stroom, die maximaal mag worden afgenomen, bedraagt 4 mA. Daarbij is de spanning 1,1 millioen volt.

In *fig. 2* is het hoogspanningsgedeelte van de apparatuur afgebeeld, dat samen met een verderop beschreven apparaat voor spanningsmeting en een dempingsweerstand is uitgevoerd. *A* is de eigenlijke cascadegenerator; de van ribben voorziene zuilen *B - B* zijn opgebouwd uit de condensatoren, die aldus als mechanisch bouwelement gebruikt worden. Tusschen de zuilen ziet men de zigzagsgewijze aangebrachte ventielbuizen met hun in serie geschakelde dempingsweerstanden. Evenals bij de reeds vroeger beschreven hoogspanningsinstallatie van dit laboratorium [1]) zorgen groote schermelectroden boven op de zuilen er voor, dat de zich daaronder bevindende metaaldeelen electrisch ontlast worden; hierdoor kunnen deze betrekkelijk kleine afrondingen hebben.

De verbruiker, in het onderhavige geval een ontladingsbuis, wordt aan de electrode *C* van de meetzuil *D* verbonden. Tusschen de meetzuil en de cascadegenerator hangt de dempingsweerstand *E*, die een waarde van 5 Megohm heeft en zulke afmetingen, dat hij bij overslaan van de electrode *C* naar aarde of bij storingen van de aangesloten ontladingsbuis voor korten tijd de heele spanning van de cascadegenerator kan opnemen. Op de achtergrond ziet men de hoogspanningstransformator *F*.

De verwarming van de ventielkathoden gebeurt ook hier, zooals reeds vroeger beschreven (zie noot 1) door middel van hoogfrequente stroomen. Een hoogfrequentie generator (*G* in fig. 2) van 250 watt vermogen met een vaste frequentie van 500 000 Hz stuurt een stroom van ca. 0,7 A over de condensatorenreeksen *B - B*. Daarbij zijn de bovenste ventielbuis en de hoogspanningstransformator beiden door een brug *H*, bestaande uit een condensator van kleine capaciteit en een in serie geschakelde zelfinductie, die in stroomresonantie zijn, voor deze hooge frequentie kortgesloten. Binnen de metalen afschermstukken *J*, waartusschen de ventielbuizen aangebracht zijn, bevinden zich kleine transformatoren met ijzerkernen, die in de stroomkring geschakeld zijn en die de stroom van 0,7 A in de verwarmingsstroom van 3,6 A voor de ventielbuizen transformeeren. Alle ventielbuizen worden zoo in serie verwarmd. Deze wijze van opstellen is zeer doelmatig gebleken voor een grooter aantal ventielen.

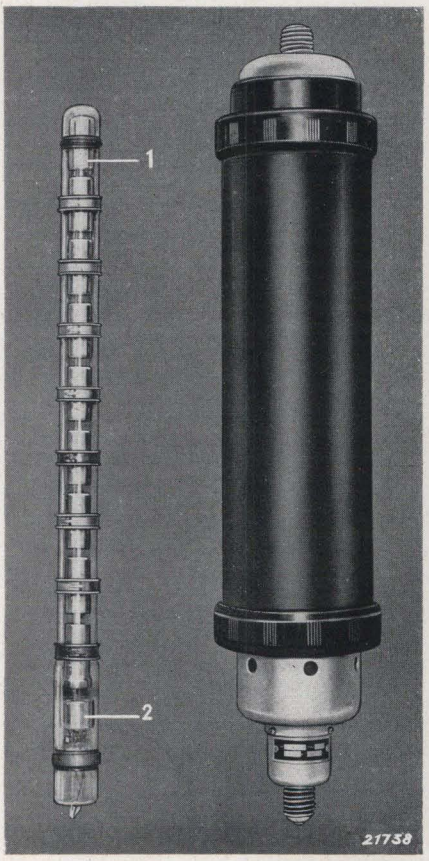

Fig. 3. Hoogspanningsventielbuizen, *1* anode, *2* kathode. De ontladingsweg tusschen anode en kathode is onderverdeeld door middel van 8 bussen om de spanning in de sperperiode over meerdere trappen te verdeelen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

De ventielbuizen zijn een bijzondere uitvoering van de gasgevulde gelijkrichters, die in de Philips-Röntgenapparaten met goed gevolg gebruikt worden. In *fig. 3* is het buitenaanzicht van zulk een ventielbuis rechts afgebeeld en ziet men links het binnenin gemonteerde ventiel, dat tusschen de anode *1* en de kathode *2* acht bussen bevat. Deze bussen krijgen door concentrisch om het ventiel aangebrachte condensatoren zoodanige spanningen, dat in de sperperiode de spanning lineair over het ventiel verdeeld is.

Het ventiel bevat een druppel kwik; de dampdruk is bepaald door de kamertemperatuur. De toelaatbare kwiktemperatuur ligt tusschen 15° en 45° C; deze beperking blijkt in de practijk geenszins moeilijkheden op te leveren. De ventielbuizen hebben wanneer zij stroom doorlaten een klein spanningsverval van ca. 50 V; de ontsteekspanning bedraagt ongeveer 3 tot 4 kV.

Het meten van zoo hooge spanningen als waarmee wij hier te maken hebben gebeurt meestal met behulp van vonkbanen tusschen bollen. Nog afgezien van het feit, dat in de laatste tijd aanzienlijke afwijkingen van de genormaliseerde ijkwaarden werden gevonden [7]) — wij zelf vonden met het hieronder beschreven spanningsmeetapparaat, dat bijv. de in de VDE voorschriften voor bollen met 100 cm diameter aangegeven ijkwaarden meetresultaten opleveren, die 8 % te hoog liggen — is een directe meetmethode verre te verkiezen boven het meten door middel van vonkbanen. Hierbij komt, dat voor gelijkspanningen van de orde van een millioen volt nog geen vonkbaanmetingen bekend zijn en ook de invloed van de polariteit onbekend is.

Fig. 4. Bediening van de hoogspanningsinstallatie. Met het handwiel wordt de bekrachtiging geregeld van de dynamo, die als spanningsbron dienst doet en daardoor ook de bereikte gelijkspanning. Deze kan op de bovenaan rechtopstaande electrostatische voltmeter direct worden afgelezen.

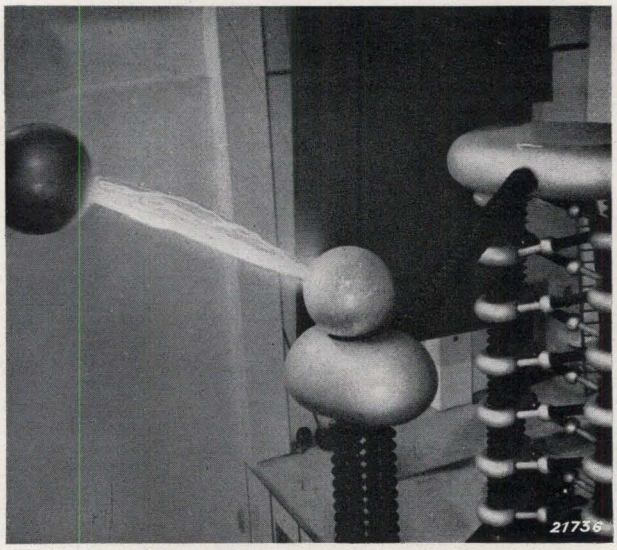

Fig. 5. Het overslaan van vonken bij 1,1 millioen volt spanning.

Wij hebben daarom een spanningsmeetapparaat ontworpen, dat in dit onderhavige geval is gemonteerd aan het apparaat. In fig. 2 staat op de voorgrond de meetzuil *D*. In een van de twee uit „Philite"-persstof oliedicht gebouwde zuilen is onder olie een weerstand aangebracht van 1500 Megohm, die samengesteld is uit 2000 koolweerstanden van 0,75 Megohm. Aan de kant van de aarde wordt door een aftakking op de weerstand een deel van de totale spanning naar een electrostatische voltmeter gevoerd. De weerstandsverandering van de koolweerstanden onder invloed van de spanning en de temperatuur bedraagt ongeveer 1,5 %. Bij de electrostatische meting oefent deze verandering echter geen invloed uit daar de verhouding van de spanningen dezelfde is gebleven.

Deze verhouding is in ons geval nauwkeurig ingesteld op 1 : 1000; de electrostatische voltmeter van 1500 V, die op de schakeltafel van de opstelling (zie fig. 4) is aangebracht, heeft een schaal tot 1500 kV. Een in de voet van de meetzuil aangebrachte pomp laat de olie circuleeren en drijft haar door een koeler; daardoor wordt een ongelijkmatige temperatuurverdeeling, die invloed op de meting zou kunnen hebben, voorkomen. De

[7]) Zie bijv. W. Dattan, Elektrotechn. Z. **57**, 377 en 412, 1936. E. Hueter, Elektrotechn. Z. **57**, en 621, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

nauwkeurigheid van dit spanningsmeetapparaat is ongeveer 1 %.

In *fig. 4* is de schakkellessenaar van het apparaat afgebeeld. Wanneer de knop links wordt ingedrukt, loopt de motor-generator automatisch aan en wordt de hoogfrequentie generator voor de verwarming der kathoden van de ventielbuizen ingeschakeld. De bekrachtiging van de 200-perioden dynamo, en daarmede de gelijkspanning, wordt met een handwiel geregeld.

Wordt de rechter knop ingedrukt, dan wordt de transformator onder spanning gezet. De cascadegenerator is dan ingeschakeld en de electrostatische voltmeter wijst de gelijkspanning aan.

Verder ziet men nog eenige controle-instrumenten voor het energieverbruik van de hoogfrequentie generator, voor spanning en stroom van de hoogspanningstransformator en een meetinstrument, dat de stroom aangeeft, die van de cascadegenerator wordt afgenomen.

In *fig. 5* is de cascadegenerator in bedrijf te zien. Ter demonstratie zijn hier bij 1,1 millioen volt vonken getrokken tusschen bollen van 75 cm diameter.

WATERGEKOELDE KWIKLAMPEN

door E. G. DORGELO.

Samenvatting. De watergekoelde kwiklamp is een lichtbron met een zeer hoog vermogen en rendement en kleine afmetingen. In dit artikel worden de eigenschappen van de nieuwe lichtbron besproken en als voorbeelden van toepassing behandeld: Filmprojectie, verlichting in de filmstudio, televisie, zoeklichten, vliegveldverlichting.

Inleiding

Een jaar geleden werd in dit tijdschrift [1]) een kwiklamp beschreven welke uitmunt door een hoog nuttig effect en bijzonder kleine afmetingen. De onderzoekingen, welke tot deze constructie hebben geleid, wezen uit, dat het rendement (lumen/watt) van een hooge-druk-kwikdampontlading gestadig toeneemt met het vermogen, dat toegevoerd wordt per lengte-eenheid van de zuil. Door de afmetingen van de lamp voldoende klein te houden is het gelukt bij een totaal vermogen van 75 W een energiedissipatie van 40 W/cm te bereiken. De dampdruk van het kwik bedraagt ongeveer 20 atm. en de uit kwarts vervaardigde buiswand neemt een temperatuur van de grootte orde 1000° C aan.

Naast deze, niet kunstmatig gekoelde kwiklamp is een door water gekoelde kwiklamp ontwikkeld, die ook zeer hooge kwikdampdrukken en zeer kleine afmetingen vertoont en een aanzienlijk grootere energietoevoer (W/cm) toelaat. De watergekoelde kwiklampen zijn uitgevoerd voor verschillende vermogens van 200 W tot 16 kW. We zullen in hoofdzaak een tweetal uitvoeringen bespreken, met vermogens van 500 W en 800 W. Deze hebben de benamingen SP en SSP gekregen. In *fig. 1* is de kwiklamp SP 500 W met houder voor waterkoeling weergegeven.

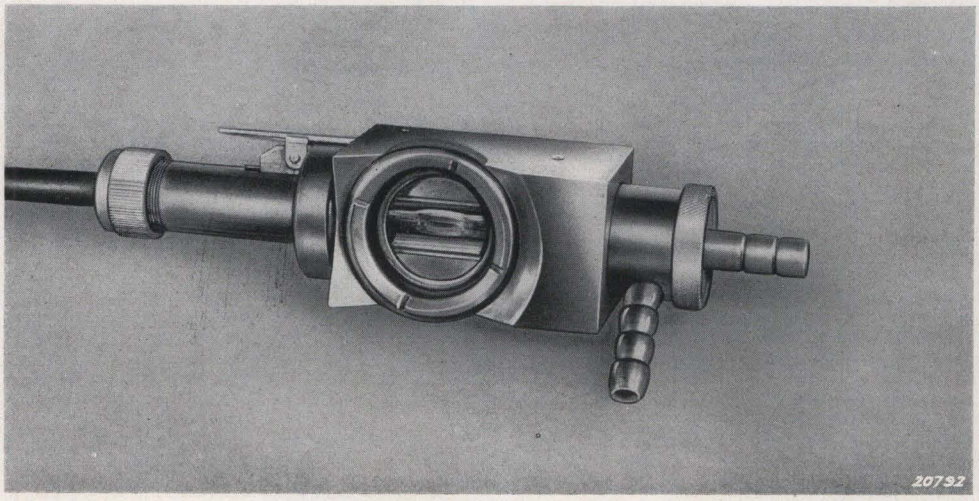

Fig. 1. De kwiklamp SP 500 W met houder voor waterkoeling.

[1]) De kwiklamp HP 300; Philips techn. T. **1**, 129, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

Constructie van de typen SP en SSP

De lampen van het type SP en SSP kunnen zoowel op gelijkstroom als op wisselstroom branden. In beide gevallen gelden de gegevens van onderstaande tabel.

Tabel I. Gegevens van de super-hoogedruk-kwiklampen SP en SSP.

	SP 500 W	SSP 800 W
Lengte der ontlading . .	12,5 mm	10 mm
Inw. diameter	2 mm	1 mm
Uitw. diameter	6 mm	3 mm
Kwikdruk	75 atm.	120 atm
Vermogen	500 W	800 W
Stroomsterkte bij wisselstroom	1,5 A	1,5 A
Stroomsterkte bij gelijkstroom	1,3 A	1,3 A
Spanning	420 V	600 V
Lichtstroom	30 000 lm	50 000 lm
Opp. helderheid (max.)	33 000 K/cm²	91 000K/cm²
Rendement	60 lm/W	62 lm/W

De SP lamp wordt normaal gemonteerd in een metalen schuitje, waarin eventueel een spiegeltje bevestigd kan worden (*fig. 2*). Het geheel wordt

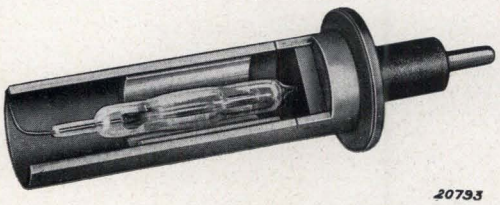

Fig. 2. Watergekoelde kwiklamp (type SP 500 W) in het schuitje.

geschoven in een metalen blok, waardoorheen koelwater geleid wordt en dat een bolvormig venster bevat, waardoor de straling kan uittreden.

De SSP lamp kan in dezelfde houder gebruikt worden. Meestal echter worden een drietal SSP lampen dicht bij elkaar op een blok gemonteerd, waardoor een lichtbron van grootere breedte wordt verkregen (*fig. 3*). Bij de eerste proeven met deze wijze van opstellen is gebleken, dat de lampen spoedig sprongen. De oorzaak hiervan was, dat elke lamp een deel van de door de beide andere lampen uitgestraalde energie absorbeerde, waardoor de belasting abnormaal hoog werd. Daar vooral ultra-violette straling geabsorbeerd wordt, zijn tusschen de lampen schotjes aangebracht van een glassoort, die ultra-violet licht tegenhoudt. Op deze manier wordt het springen voorkomen.

Eigenschappen

Dat bij de hier behandelde lampen in een klein volume een groot vermogen in straling wordt omgezet, blijkt uit de hooge oppervlakte-

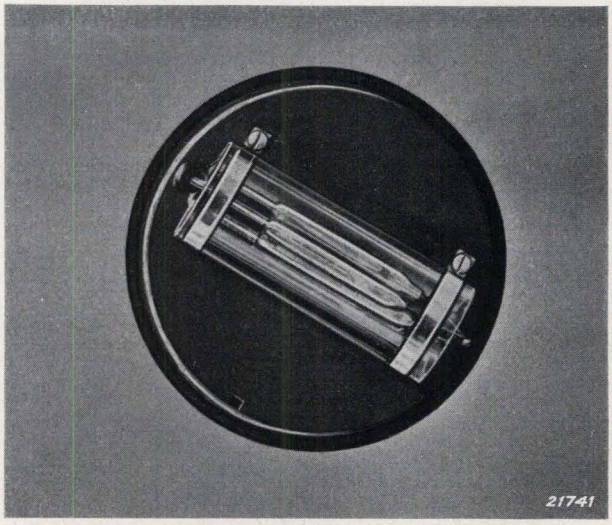

Fig. 3. Lamphouder, bestemd voor gebruik in zoeklichten. Op een blok van „Philite" zijn 3 SSP lampen gemonteerd. Tusschen de lampen bevindt zich een ultra-violette straling absorbeerend glaasje. Het geheel is door een glazen cylinder omgeven, waardoorheen de koolvloeistof stroomt.

helderheid. Wij zien uit tabel I, dat de max. helderheid (in de as van de ontlading) voor de beide typen 33000 K/cm² resp. 91000 K/cm² bedraagt. Ter vergelijking diene, dat de helderheid van een gewone koolboog ca 18000 K/cm² is. De helderheid van de kwiklampen is niet in alle deelen van het lichtgevend oppervlak even groot. We zien in *fig. 4*,

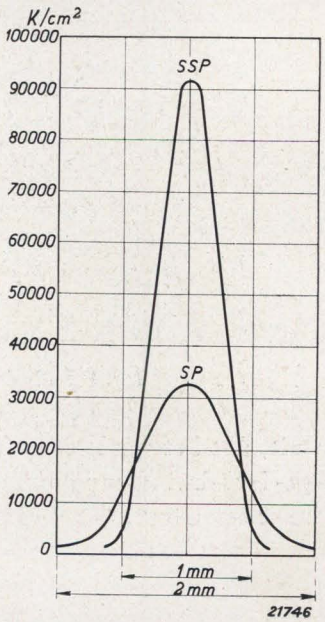

Fig. 4. Verloop van de oppervlaktehelderheid volgens een dwarsdoorsnede van de lamp. Het type SP heeft een maximum helderheid van 33000 K/cm² bij een inwendige diameter van 2 mm; bij het type SSP zijn deze waarden resp. 91000 K/cm² en 1 mm.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

dat ze naar de randen kleiner wordt. De ontlading vult dus niet de geheele ruimte in het buisje, maar is samengesnoerd.

De spectrale samenstelling van het licht wijkt af van wat we van lage-druk-kwikbuizen kennen. De veranderingen, die het spectrum bij toenemende druk ondergaat, komen in het kort hierop neer: sterker worden van de continue ondergrond en verschuiving van de intensiteit naar de langgolvige zijde [2]). Deze feiten zijn bij de kwiklamp HP 300 al duidelijk waarneembaar [3]), bij de watergekoelde lampen doen zij zich in nog veel sterkere mate voor *(fig. 5)*. De veranderde spectrale samenstelling van het licht heeft tengevolge, dat de kleurweergave aanmerkelijk beter is dan bij gewone kwiklampen. Een indruk hiervan krijgt men door *tabel II*, waarin voor enkele lichtbronnen een schematische verdeeling van de lichtsterkte over een aantal golflengtegebieden is aangegeven.

Tabel II. Verdeeling van de lichtstroom van verschillende lichtsoorten over vier golflengtegebieden van het zichtbare spectrum in percent van de totale lichtstroom. De gebieden zijn zoo gekozen, dat zij bij een gelijkmatig over alle golflengten verdeelde intensiteit dezelfde bijdrage tot de totale lichtstroom leveren *).

Golflengte-gebied in Å	Spektrum van constante intensiteit	Zon	Gloei-lamp	Kwiklampen		
				HP 300	SP 500 W	SSP 800 W
4000—5300	25	26	14	8	5	8
5300—5580	25	26	22	58	54	48
5580—5880	25	25	28	31	30	30
5880—7000	25	23	36	3	11	14

*) Vergelijk het tabel in jaarg. **1**, blz. 134 van dit tijdschrift.

Het onzichtbare deel van het spectrum bestaat hier in hoofdzaak uit ultra-violette straling; 46 % van alles wat uitgestraald wordt ligt in het ultra-violette gebied. Verder is 27 % van het licht in het zichtbare gebied gelegen en 27 % van het uitgestraalde vermogen ligt in het infrarood. Bij de hier voorkomende hooge drukken treedt voor ultraviolette straling aan de langgolvige zijde van de lijn met 2537 Å een zeer sterke absorptieband op.

Wil men de lamp voor bestraling met ultraviolet licht gebruiken, dan moet het afsluitvenster van kwarts gemaakt zijn, of van een geschikte glassoort, die ultra-violet licht doorlaat. Door het water wordt zeer weinig ultra-violet geabsorbeerd. Wel is dit het geval met de infraroode (warmte-) straling. Het licht van watergekoelde kwiklampen is dan ook veel „kouder" dan bijv. dat van gloeilampen.

Het rendement van de lamp is hoog. Een nieuwe lamp geeft ca 60 lumen per watt. Tijdens het branden daalt het rendement, doordat het kwarts niet volkomen helder blijft. Als regel daalt de lichtsterkte nog meer, doordat behalve het

[2]) Over de nadere oorzaken van deze verschijnselen verwijzen wij naar Philips techn. T. **1**, 1, 1936.

[3]) Zie het in noot [1]) geciteerde artikel, blz. 133.

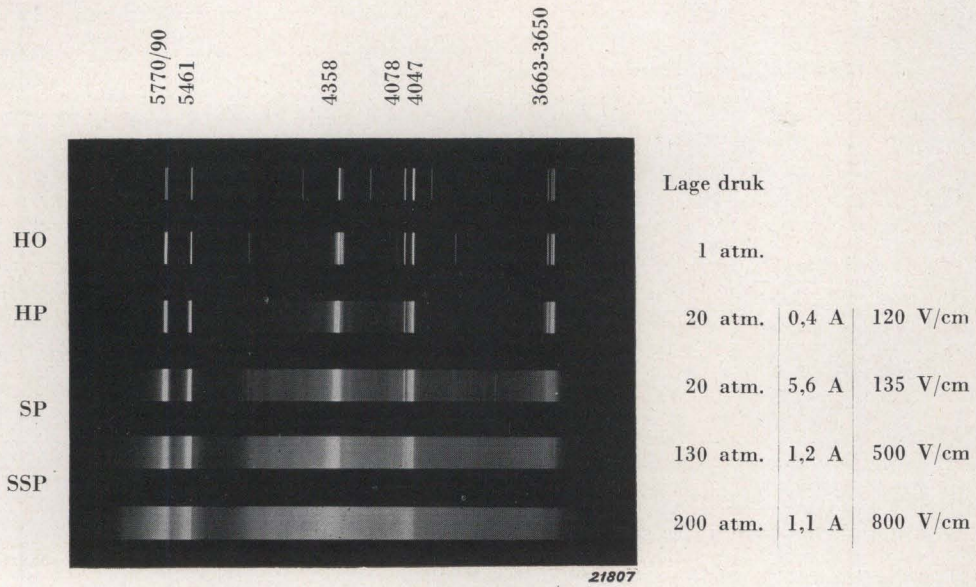

Fig. 5. Spectrum van kwikdamp bij verschillende drukken, opgenomen op een panchromatische plaat. Bij toenemende druk worden de lijnen breeder en ontstaat een continue ondergrond. De lijnen van korte golflengte worden zwakker, die van lange golflengte sterker. De bijschriften beteekenen, boven: golflengten in Å, rechts: technische gegevens van de kwikdamp, links: ongevere ligging van de belangrijkste typen in deze reeks (Overgenomen van W. Elenbaas, Physica 3, 866, 1936).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

rendement ook het opgenomen vermogen daalt. Dit is vooral bij wisselstroomvoeding het geval [4]).

Koeling

De eenvoudigste manier van koelen is: aansluiten op de waterleiding. Het verbruik is ca. 2,5 liter/min. De benoodigde druk 0,25 atm. In gevallen, waar het water uit de leiding te hard is, waar men zuinig met water moet zijn of waar het geheel transportabel moet zijn, is een circulatie-systeem, bestaande uit pomp en radiator, geschikt.

In *fig. 6* ziet men een toestel voor het koelen van

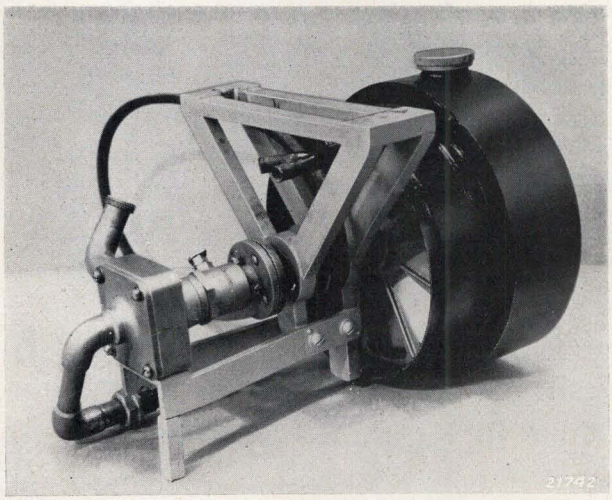

Fig. 6. Koeleenheid, bestaande uit centrifugaalpomp, radiator en ventilator. Het hier afgebeelde apparaat wordt gebruikt op een filmprojector. De aandrijving geschiedt door de filmmotor. Het vermogen van de lamp(en) mag maximaal 2 × 500 W bedragen.

kwiklampen tot max. 1 kW. Het centrifugaalpompje heeft een aslagering van „Philite". Deze wordt met water gesmeerd, waardoor verontreiniging van de koelvloeistof door olie of vet uitgesloten is. De inhoud is 1,1 liter. Indien bij temperaturen onder het vriespunt gewerkt wordt, kan men als koelstofvloeistof een mengsel van 2 deelen water en 1 deel alcohol gebruiken. Daar een verontreiniging van de vloeistof een aanslag op het lampje zou veroorzaken, is het gewenscht gedestilleerd water te gebruiken en het geheel goed schoon te houden. Een goed middel om elke aanslag te voorkomen is, aan de vloeistof 1 $^0/_{00}$ natriumphosphaat (Na_3PO_4) toe te voegen.

In bepaalde gevallen, kan het door pomp en ventilator veroorzaakte geluid hinderlijk zijn. Daar kan men een siphonkoeling toepassen *(fig. 7)*,

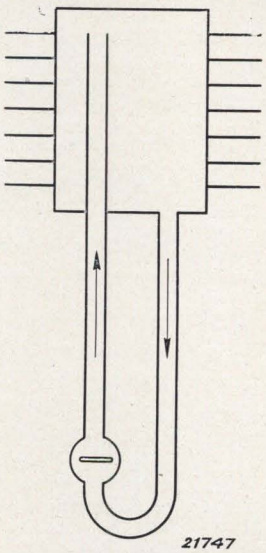

Fig. 7. Schema van een siphonkoelapparaat. De vloeistofstrooming komt tot stand onder invloed van de verwarming door de lamp. In het reservoir, dat van koelvlakken voorzien is, koelt de vloeistof weer af.

waarbij de verwarming door de lamp voor de circulatie van de vloeistof zorgt. Deze koelt in het reservoir af. De koeling veroorzaakt geen geluid, is echter minder effectief dan die met het eerst beschreven toestel. Door de kleine circulatiesnelheid kan het niet voorkomen worden, dat zich dampbellen in het koelwater vormen. Dit gaat gepaard met een geleidelijk mat worden van het kwartsbuisje.

Stroombron

Zooals reeds gezegd is, kunnen de hier behandelde lampen zoowel op wisselstroom als op gelijkstroom branden. De spanning van het voedingsapparaat moet grooter zijn dan de brandspanning, het verschil wordt opgenomen door een weerstand of bij wisselstroomvoeding door een smoorspoel resp. lektransformator. Direct na het inschakelen, als de kwikdruk nog niet zijn definitieve waarde bereikt heeft, is de spanning op de lamp zeer klein, zoodat practisch de geheele spanning van het voedingsapparaat op de serieweerstand of smoorspoel komt te staan. De stroom die dan loopt (aanloopstroom) mag niet te klein zijn omdat de lamp anders in het geheel niet opwarmt [5]). Ook een te groote

[4]) De stroom, die het voedingsapparaat levert, is kleiner naarmate de spanning van de lamp grooter is. Bij toenemende spanning zal aanvankelijk, d.w.z. zoolang de spanning laag is, het product van stroom en spanning stijgen om tenslotte weer te dalen. Bij de hier gebruikte spanning van de lamp bevinden wij ons in de dalende tak. Bij het ouder worden van de lamp neemt zijn spanning toe en daalt dus het vermogen. Bij voeding met wisselstroom speelt ook het toenemen van de herontsteekspanning met het ouder worden van de lamp een rol, waardoor het vermogen sterker daalt dan bij voeding met gelijkstroom. Zie hierover: De kwiklamp HP 300, Philips techn. T. **1**, 1936; Wisselstroomschakelingen voor ontladingslampen, Philips techn. T. **2**, 103, 1937.

[5]) Een uitvoerige uiteenzetting hierover zie Philips techn. T. **1**, 129, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

aanloopstroom schaadt; een goede waarde is 2 - 3 × de normale stroom.

De bij wisselstroomvoeding gebruikte lektransformator geeft voor de SP en SSP lamp resp. 600 V en 900 V open spanning bij een kortsluitstroom van 2,5 A. De lampen ontsteken hierop vanzelf en bereiken binnen enkele secunden hun volle lichtsterkte. Voor een gedetailleerde verklaring van de schakeling verwijzen wij naar de beschrijving van de kwiklamp HP 300 (noot [1]) en naar het artikel over wisselstroomschakelingen voor ontladingslampen in de vorige aflevering [6]).

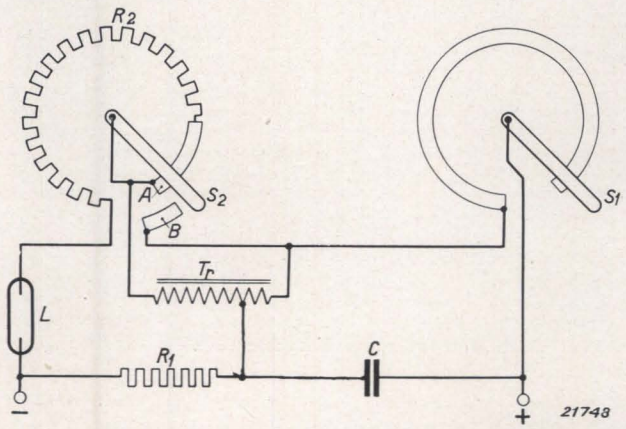

Fig. 8. Schakeling van een kwiklamp voor gelijkstroom. De beide schakelaars S_1 en S_2 zijn op één as gemonteerd. S_1 heeft echter een zekere speling, zoodat deze schakelaar zoowel bij het indraaien als bij het terugdraaien een bepaalde hoek achter blijft bij S_2. Bij het indraaien wordt eerst het contact tusschen A en B verbroken en dan S_1 gesloten. Hierdoor wordt de spanning op de lamp aangesloten. Tevens krijgt de vooraf opgeladen condensator C gelegenheid zich te ontladen over een deel van de wikkeling van de transformator Tr. De hierbij optredende spanningsstoot doet de lamp ontsteken. Bij het verder draaien wordt de weerstand R_2 verkleind tot de lamp het juiste vermogen opneemt.

Bij het uitschakelen wordt eerst de weerstand weer vergroot. S_1 blijft nu dusdanig achter bij S_2, dat eerst het contact tusschen A en B gesloten wordt, alvorens met S_1 de kring wordt verbroken. Hierdoor wordt de kring inductievrij, zoodat bij het uitschakelen geen hooge spanningsstooten kunnen optreden. Bij het inschakelen echter wordt weer eerst A-B geopend.

Gelijkstroom kan men verkrijgen van een gelijkrichter of omvormer. Bij voeding met gelijkstroom moet men een voorschakel weerstand gebruiken, waarbij de verliezen veel grooter zijn dan bij de lektransformatoren het geval is. Voor de lampen SP en SSP heeft men een stroombron noodig met een nullastspanning van resp. 500 V. en 750 V. Zooals blijkt uit tabel I wordt dus bij voeding van de lamp SP met gelijkstroom 80 V door de weerstand opgenomen. Daar de stroomsterkte 1,3 A bedraagt, moet de weerstand 80/1,3 = 61,5 ohm zijn. Zouden we nu zonder meer inschakelen, dan zou de aanloopstroom bijna 500/61,5 = 8,1 A bedragen. Een zoo hooge stroom zou de electroden verwoesten. Om de aanloopstroom te begrenzen tot een redelijke waarde, bijv. 4 A moet de weerstand bij het inschakelen 125 ohm zijn. Pas na het ontsteken mag hij op zijn definitieve waarde worden gebracht.

Om de verliezen in de voorgeschakelde weerstand klein te houden is het gewenscht de nullastspanning zoo klein als mogelijk te houden. Hierdoor kan het ontsteken minder betrouwbaar worden dan bij wisselstroomvoeding het geval is. Een schakeling waarbij dit bezwaar ondervangen is, ziet men in *fig. 8*. Als de schakelaar S_2 wordt rondgedraaid, wordt eerst het contact A-B verbroken en dan door de met S_2 gekoppelde schakelaar S_1 de gelijkspanning ingeschakeld. Tegelijk wordt de van te voren opgeladen condensator C ontladen over een deel van de wikkeling van de transformator Tr, waardoor de spanning tusschen de klemmen van de lamp tijdelijk verhoogd wordt en de lamp ontsteekt. Bij het verder draaien van de knop wordt de weerstand R_2 geleidelijk tot de juiste waarde verkleind. Bij het uitschakelen, wordt R_2 eerst weer vergroot. Even voordat het contact S_1 verbroken wordt, wordt door middel van de contacten A-B van de schakelaar S_2 de transformator kortgesloten. Hierdoor wordt het optreden van hooge inductiespanningen bij het uitschakelen vermeden.

Toepassingsmogelijkheden

In vele gevallen, waarin thans booglampen of groote gloeilampen worden gebruikt, zal men met voordeel SP of SSP lampen kunnen gebruiken. Weliswaar kan de noodzaak van waterkoeling als een

[6]) Philips' techn. T. **2**, 103, 1937.

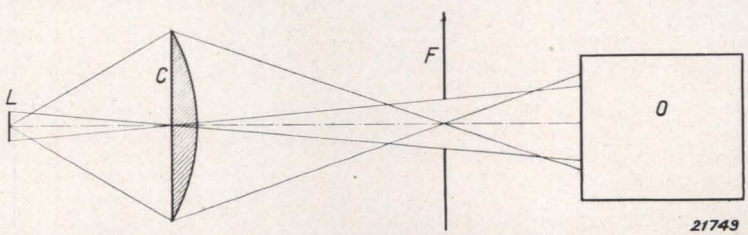

Fig. 9. Stralengang in een toestel voor filmprojectie met booglamp. De condensorlens C geeft een vergroot beeld van de lichtbron L in de nabijheid van het filmvenster F. Door de uitgebreidheid van de lichtbron is het mogelijk, op deze wijze het filmvenster vrij gelijkmatig te verlichten.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

bezwaar worden beschouwd, maar daar tegenover staan groote voordeelen zooals: klein stroomverbruik, weinig warmtestraling, geringe afmetingen, afwezigheid van rook of vuil, weinig onderhoud, enz., terwijl men vaak van meer speciale eigenschappen zooals vorm van de lichtbron, kleur, geringe traagheid van de ontlading enz. gebruik zal kunnen maken.

Welke toepassingen in de toekomst van het meeste belang zullen blijken, is nog een open vraag. Van een aantal echter bestaat nu reeds eenige ervaring. Daarover willen we thans iets mededeelen.

Filmprojectie

Tusschen de — meestal gebruikte — booglamp en een kwiklamp bestaat een belangrijk verschil in de vorm van het oppervlak. Bij kwiklampen is dit een lijn, bij booglampen een min of meer cirkelvormig vlak. In de bij booglampen gebruikelijke optische opstelling wordt door een spiegel of een lens een vergroot beeld van de krater op het filmbeeldje geworpen *(fig. 9)*. Zou men nu eenvoudig in de plaats van de booglamp een kwiklamp opstellen, dan zou slechts een smalle strook van het filmbeeld (weliswaar zeer sterk) verlicht worden. Om tot een gelijkmatige verlichting te komen, kunnen we twee wegen inslaan. In de eerste plaats kunnen we door meerdere lampen bij elkaar in één houder te plaatsen een lichtgevend vlak nabootsen. Dit is echter een tamelijk dure oplossing. Eenvoudiger is het één lamp te nemen, deze echter niet op de film af te beelden, maar verderop, bijv. in het objectief *(fig. 10)*. Het is dan mogelijk het filmbeeldje in een

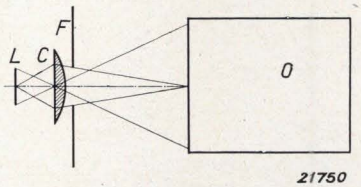

Fig. 10. Stralengang bij filmprojectie met de SP kwiklamp. Doordat de lichtbron L lijnvormig is, mag deze hier niet op of nabij het filmvenster F worden afgebeeld. De plaats van het beeld is daarom verlegd naar het objectief O. Het filmvenster bevindt zich onmiddellijk voor de condensorlens C. Hierdoor wordt bereikt, dat de verschillende deelen van het filmvenster nagenoeg gelijk verlicht worden.
Door een in de koelvloeistof aangebrachte achterspiegel wordt het van de condensorlens afgekeerde deel van de lichtstroom ten deele weer benut.

breed deel van de lichtbundel te plaatsen, waar de verlichting zeer gelijkmatig is.

De beste resultaten zijn verkregen met een kleine condensorlens, opgesteld vlak tegen het filmvenster *(fig. 11)*. Niet bij alle projectie-apparaten kan men echter voor deze verandering voldoende dicht bij de film komen. Daarom is een lantaarn ontworpen, voorzien van een grootere condensor, en die op grootere afstand van het filmvenster kan worden opgesteld *(fig. 12)*. Met

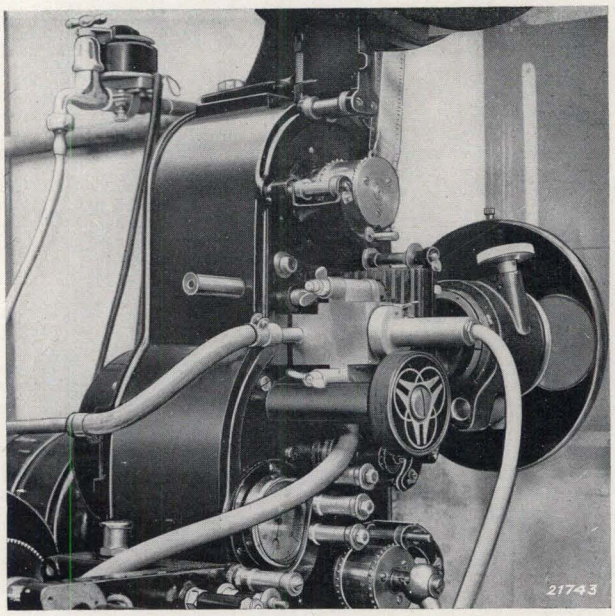

Fig. 11. Opstelling van een watergekoelde kwiklamp volgens het schema van fig. 10.

deze laatste uitvoering die op elke projector gemakkelijk kan worden aangebracht, verkrijgt men met een 1000 watt lamp en stilstaande vlinder ca 4000 lumen nuttige lichtstroom. De kleine in fig. 11 weergegeven constructie heeft een hooger nuttig effect en

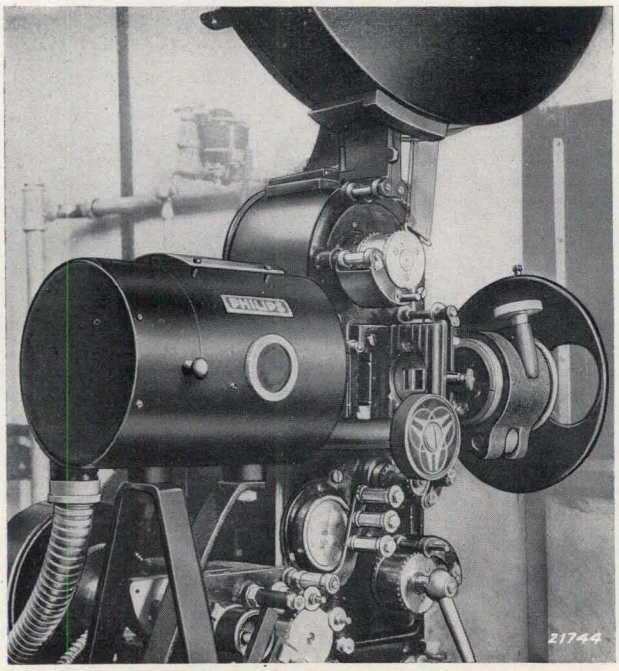

Fig. 12. Opstelling van een watergekoelde kwiklamp op grootere afstand van het filmvenster.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

brengt het tot 6000 lumen. (Een booglamp van 1,5 kW geeft een nuttige lichtstroom van ca 4000 lumen; een zg. high-intensity booglamp van 3 kW geeft ca 6000 lumen).

De kleur van het licht is voor zwart-wit films uitstekend. Bij projectie van kleurenfilms merkt men op dat het rood vaak te bruin lijkt; de weergave van het blauw en violet is daarentegen beter dan met koolboog-licht. Wat het gebrek aan rood betreft bestaat echter de mogelijkheid, dat in de toekomst bij het vervaardigen van de film speciaal op een goede aanpassing bij het kwiklicht gelet wordt.

Brandt de lamp op gelijkstroom, dan kan met elke beeldfrequentie gedraaid worden. Bij gebruik van wisselstroom is het echter gewenscht de projector te synchroniseeren op 25 beelden per sec (in plaats van 24 b/sec, wat normaal is) omdat het licht anders zwevingen vertoont.

Doordat de lichtsterkte bijna zonder traagheid de veranderingen in de stroom kan volgen, is het mogelijk de lamp periodiek uit- en aan te laten gaan. Zorgt men ervoor, dat de lamp uit is, juist als de beeldwisseling plaats vindt, dan kan de vlinder, die thans door periodiek het licht te onderscheppen, dit proces onzichtbaar maakt, gemist worden. Behalve een constructieve vereenvoudiging geeft dit een verdubbeling van de nuttige lichtstroom.

Verlichting in de filmstudio

Dank zij het hooge rendement kan men, door gebruik te maken van kwiklampen, met ca 1/3 van het thans geinstalleerde vermogen, een gelijkwaardige verlichting verkrijgen met die van booglampen. Gelijkwaardig in dien zin, dat de verlichting evenveel lux bedraagt. Bij photographische opnamen is niet de visueele grootheid lux maatgevend, maar de actinische werking van het licht. Deze is voor kwiklicht bij gebruik van panchromatisch materiaal ca 2 × zoo hoog als voor booglampenlicht met dezelfde helderheid, zoodat gelijkwaardig in photographische zin beteekent, dat men met 1/6 van het oorspronkelijke vermogen zou kunnen volstaan. Zooals bekend heeft een panchromatische emulsie, wat de kleurweergave bij het photographeeren betreft, een tamelijk kleine gevoeligheid voor groen licht. Het licht van de watergekoelde kwiklamp bevat juist zeer veel groen, zoodat bij opname met kwiklicht de verschillende kleuren in onderling goede verhouding worden weergegeven. Ook de weergave van het rood is bevredigend.

Een zeer belangrijk voordeel van de kwiklamp is het geringe aandeel van infraroode straling. Om een indruk hiervan te geven is opgemeten, welke temperatuurverhooging de menschelijke huid ondergaat bij bestraling met kwik- resp. gloeilampenlicht bij verschillende verlichtingssterkten *(fig. 13)*. De uitkomsten zijn natuurlijk sterk afhankelijk van de hoedanigheid van de huid van den persoon in questie en van de grootte van het bestraalde oppervlak en dienen dan ook als niet meer dan een voorbeeld beschouwd te worden. In het genoemde geval werd een bepaalde temp. verhooging pas bereikt met 4,5 × zooveel kwiklicht als gloeilampenlicht.

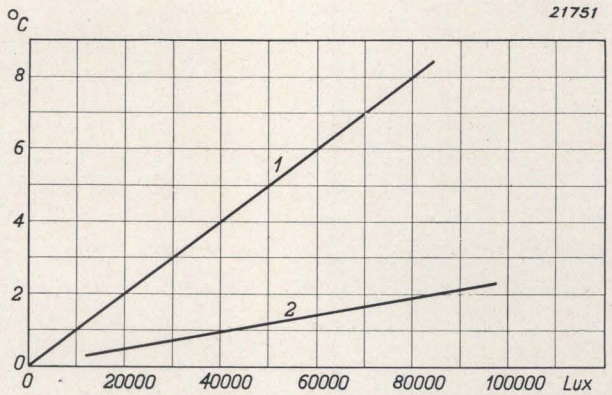

Fig. 13. Temperatuurtoename van een deel van de huid (onderarm) bij bestraling met licht van gloeilampen (1) resp. watergekoelde kwiklampen (2). Bij gelijke verhooging van de temperatuur kan $4^1/_2$ × zooveel kwiklicht als gloeilampenlicht worden gebruikt.

Televisie

Op twee plaatsen heeft de SP lamp zich bij de Philips' televisiezender een plaats weten te veroveren. In de opnamestudio bleek het pas door het installeeren van kwiklampen mogelijk met voldoende verlichting te werken zonder dat de acteurs er te veel hinder van ondervonden. Het geringe percentage infraroode straling bleek nog een extra voordeel op te leveren. De voor opname gebruikte iconoscoop is nl. sterk gevoelig voor infrarood. Op zichzelf beschouwd is dat geen bezwaar, maar de opnamelens was niet chromatisch gecorrigeerd voor infrarood. Bij gebruik van kwiklicht werden dan ook scherpere beelden verkregen. De installatie bevat 10 kwiklampen van 500 W en 3 van 3 kW.

Een ander gebruik wordt van watergekoelde kwiklampen gemaakt voor het aftasten van filmbeelden in een zendinstallatie met schijf volgens Nipkow. Zooals in het reeds eerder verschenen artikel over deze installatie [7]) is uiteengezet, bieden de lijnvorm en de groote helderheid hier voordeelen, die andere lichtbronnen missen.

[7]) H. Rinia en C. Dorsman, Philips' techn. T. **2**, 72, 1937.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Zoeklichten

Een eerste vereischte voor de lichtbron van zoeklichten is een hooge oppervlaktehelderheid. Hier komt in de eerste plaats de lamp SSP in aanmerking, die een oppervlaktehelderheid van 91 000 K/cm² heeft. Door verhooging van de belasting kan men de oppervlaktehelderheid nog aanzienlijk opvoeren. Bijv. werd met een vermogen van 1400 W/cm een oppervlaktehelderheid van 160 000 K/cm² bereikt. Het opvoeren van het vermogen gaat natuurlijk ten koste van de levensduur. De lamp SSP vormt in dit opzicht een compromis en heeft een levensduur van ca 25 uur.

Een moeilijkheid bij de toepassing voor zoeklichten ontstaat door de lijnvorm van de kwiklamp. Het is gewenscht om de lichtbron zoodanig in de reflector te plaatsen, dat al het licht zoo dicht als mogelijk bij het brandpunt uitgestraald wordt. De uiteinden van de lamp geven aanleiding tot sterk divergeerende stralen en dragen weinig bij tot de intensiteit van het zoeklicht. Het heeft dus geen zin het vermogen te vergrooten door de lichtbron langer te maken. Wel kan men een grootere intensiteit bereiken door meerdere lampjes bijeen te plaatsen, zoodat een breedere lichtbron verkregen wordt. Een hiervoor geschikte houder is in fig. 3 aangegeven. Hij bevat drie lampen met een totaal vermogen van 2,5 kW.

Vliegveldverlichting

Een zeer goede aanpassing van de reflector bij de lijnvorm van de lichtbron krijgt men met cylindrisch-parabolische spiegels. Deze hebben een brandlijn en door de ontladingsbaan hiermede te laten samenvallen, krijgt men een platte, schijfvormige bundel met een openingshoek van 180° die zich bij uitstek leent voor verlichting van vliegvelden.

We zijn hier niet zooals bij rotatie-symmetrische spiegels beperkt in de lengte van de lichtbron, zoodat ook langere buizen met een hooger vermogen kunnen worden gebruikt. De grootste aldus gemaakte schijnwerper bevat een lamp van 30 cm lengte met een vermogen van 16 kW. Het blijkt echter, dat met veel kleinere vermogens reeds zeer goede resultaten te bereiken zijn. Met het in *fig. 14* afgebeelde systeem van 2,5 kW werd een alleszins voldoende nachtverlichting van het Eindhovensche vliegveld „Welschap" verkregen. Door aan elk der vier zijden van het veld een dergelijk apparaat op te stellen, kan bij elke windrichting de richting waarin gestraald wordt, worden aangepast bij de landingsrichting.

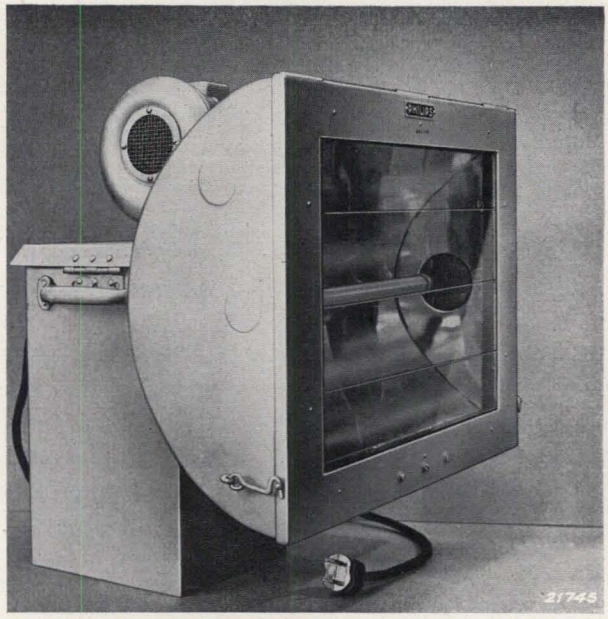

Fig. 14. Armatuur voor verlichting van vliegvelden. De cylindrische parabolische spiegel is gemonteerd tegen de transformatorbak. Vermogen 2,5 kW.

Het gras reflecteert het kwiklicht bijzonder goed. Het is hier een speciaal voordeel, dat de groene kwiklijn zoo intensief is.

Met deze voorbeelden voor toepassingen van watergekoelde kwiklampen willen wij thans volstaan. Ongetwijfeld zijn er nog vele andere. Wij hopen echter een indruk te hebben gegeven van de mogelijkheden, die de nieuwe lichtbron biedt.

Digitized by www.freeservicemanuals.info
Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

EEN TELEFOONVERBINDING OP ULTRA KORTE GOLVEN TUSSCHEN EINDHOVEN EN TILBURG

door C. G. A. VON LINDERN en G. DE VRIES.

Samenvatting. Een telefoonverbinding tusschen Eindhoven en Tilburg wordt beschreven, bij welke gebruik wordt gemaakt van golven van omstreeks één meter. Triodezenders en superautodyne ontvangers worden hierbij toegepast. Richtantennes van het Yagi-type met een versterking van 3,5 worden gebruikt. De veldsterkte werd geregistreerd gedurende de twee maanden, dat de installatie in gebruik is.

Inleiding

De resultaten van proeven in het Philips Laboratorium verricht met golven van omstreeks 1 m gaven aanleiding te besluiten tot practische toepassing op het gebied van het telefoonverkeer. Dank zij de medewerking van de dienst der P.T.T. werd ons vergunning verleend een experimenteele draadlooze verbinding tot stand te brengen tusschen Eindhoven en Tilburg.

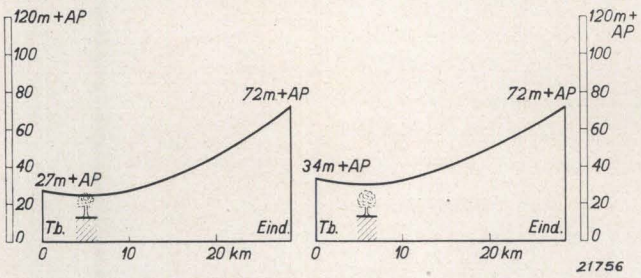

Fig. 1. De gekromde lijn stelt de lijn van direct zicht voor tusschen zender en ontvanger bij de verbinding van Eindhoven met Tilburg. De aarde is hierbij recht geteekend als x-as, die de lijn van A.P. voorstelt. Links was slechts een antenne van 2 m hoogte opgesteld op het fabrieksgebouw in Tilburg, terwijl deze 9 m hoog is in de rechter figuur.

Voor een betrouwbare radioverbinding met behulp van ultra korte golven is het een eerste vereischte, dat men vanaf het punt, waar zich de zendantenne bevindt, de ontvangantenne kan zien. Onder dit „zien" verstaat men, dat de verbindingslijn tusschen zend- en ontvangdipool ten minste 10 m blijft boven de toppen van boomen en gebouwen. In *fig. 1* stelt de x-as de lijn van A.P. voor. Horizontaal is de afstand vanaf Tilburg in km uitgezet en verticaal de hoogte boven A.P. In Eindhoven is de antenne op 72 m hoogte aangebracht op het dak van de toren van het oude complex der Philipsfabrieken.

In de linker figuur is de situatie weergegeven, toen de antenne in Tilburg zich nog slechts 2 m boven het dak van een fabrieksgebouw aldaar bevond. De kromme lijn, die de lijn van het directe zicht weergeeft, blijkt onderweg tusschen Tilburg en Eindhoven nog door de toppen der boomen te gaan. Inderdaad werd met zoo'n lage antenne in Tilburg tamelijk weinig vanuit Eindhoven op deze ultra korte golven ontvangen.

In de rechter figuur is de toestand geteekend, toen de dipool in Tilburg op een 9 m hooge paal was aangebracht. De lijn van direct zicht blijft dan overal minstens eenige meters boven de boomkruinen. De ontvangst was dan ook bevredigend. Met betrekkelijk weinig extra kosten konden de antennepalen nog wat langer worden gemaakt. De definitieve, in *fig. 2* afgebeelde antenne is 15 m hoog. De zendantenne bevindt zich geheel bovenaan, terwijl de ontvangantenne 2 m daaronder is aangebracht.

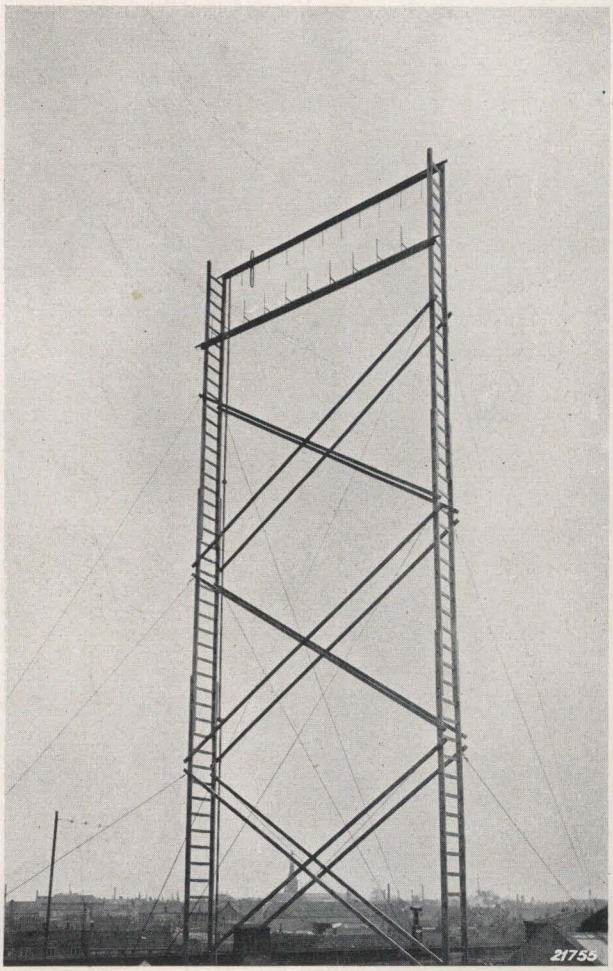

Fig. 2. De antenne-opstelling in Tilburg. De antennes zijn gemonteerd tusschen de twee ladders; de ontvangantenne bevindt zich 13 m en de zendantenne 15 m boven het dak.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Teneinde twee gelijkwaardige circuits te hebben is ook in Eindhoven de ontvangantenne 2 m onder de zendantenne aangebracht. Ter vermijding van onderlinge storingen werken de zenders in Eindhoven en Tilburg op 140, resp. 123 cm golflengte.

De antennes

Zoowel in Eindhoven als in Tilburg wordt voor zender en ontvanger gebruik gemaakt van zg. Yagi-antennes. De Yagi-antenne bestaat uit een aantal evenwijdige staven in één vlak opgesteld, die door het electromagnetische veld gekoppeld zijn met elkaar en met de dipool, die met de zender (ontvanger) verbonden is. De lengte van de staven en de onderlinge afstanden zijn experimenteel zóó bepaald, dat de maximale versterking werd verkregen in de richting, waarin de staven achter elkaar geplaatst zijn. In *fig. 3* is een voorbeeld gegeven voor een golflengte van 136 cm. De werking komt in het kort hierop neer, dat de uit de juiste richting komende signalen in de diverse staven zoodanige spanningen induceeren, dat de hierdoor veroorzaakte componenten in de staaf, die met de ontvanger wordt verbonden, bij elkaar worden opgeteld. Brengt men ook nog een reflectorstaaf aan, die in fig. 3 gestippeld is aangegeven, dan bereikt men met het geheel, dat het signaal, dat nu de ontvanger bereikt, een amplitude heeft, die een factor 3,5 grooter is, dan wanneer een enkele dipool als ontvanger zou worden gebruikt. Het is vanzelfsprekend, dat dezelfde getallen gelden bij het gebruiken van deze antenne voor zenddoeleinden. Bij de experimenten voor het bepalen van deze versterking voor bijv. een Yagi-ontvangantenne, werd gebruik gemaakt van een thermokruis in de hiervoor bestemde dipool als indicator. Door aanbrengen en weer wegnemen van de staven, die de antenne tot richtantenne maken, kon op eenvoudige wijze de bovenvermelde factor gemeten worden. Op een dergelijke manier werd ook de zendantenne onderzocht; door veldsterktemeting op groote afstand werd evenzoo geconstateerd, dat de versterking 3,5 bedraagt.

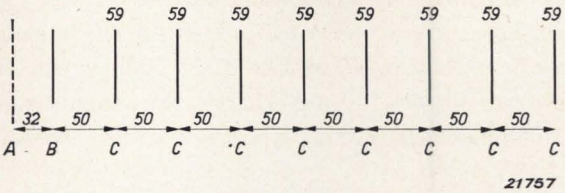

Fig. 3. Schets met afmetingen van een Yagi-antenne voor golven van 136 cm; B = de staaf, die met de ontvanger, resp. zender wordt verbonden. De staven worden in het midden gesteund. De getallen boven de staven geven de lengte ervan in cm aan, terwijl de andere getallen hun onderlinge afstand in cm voorstellen. De reflector is 70 cm lang.

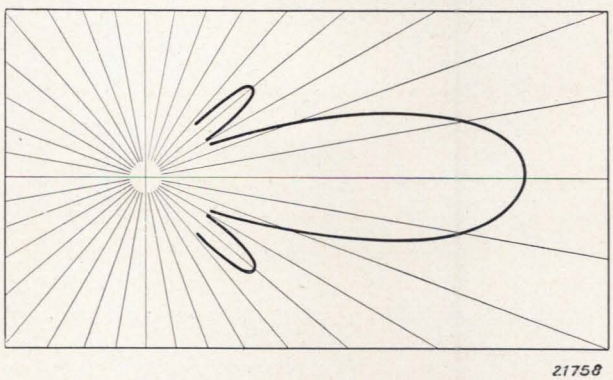

Fig. 4. Richtingsdiagram van de Yagi-antenne uit fig. 3.

Verder werd nog nagegaan, hoe de veldsterkte afnam met de afstand. Voor deze metingen moest de gevoeligheid van de ontvanger geijkt worden, hetgeen geschiedde met behulp van een signaal met bekende sterkte. Hiervoor werd een generator gebruikt met een antenne, waarvan het stralende gedeelte klein is ten opzichte van de golflengte, terwijl een horizontale plaat als condensator aan de top van de dipool zorg draagt voor een gelijkmatige stroomverdeeling over het verticale gedeelte. De stroom in het verticale stuk kan men bepalen uit de capaciteit en de met een eikeldiode voltmeter gemeten spanning op de condensator, waarmede het uitgestraalde veld bekend is [1]). Het resultaat van de meting met de op deze wijze geijkte ontvanger was,

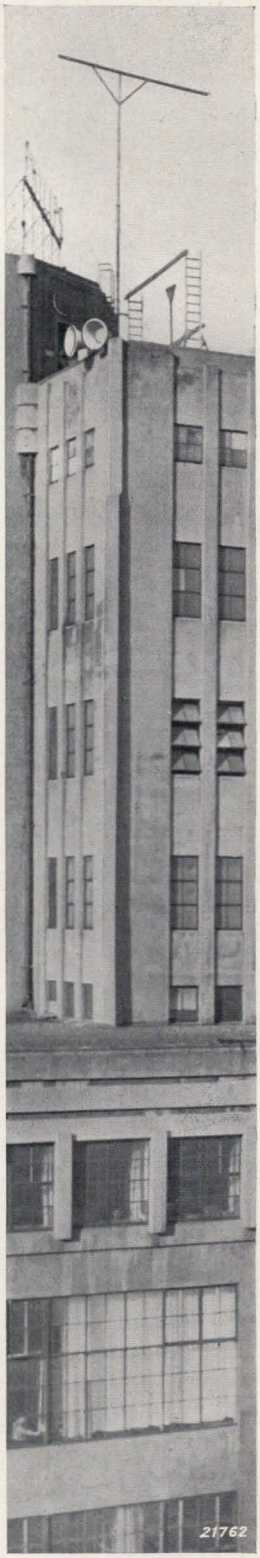

Fig. 5. De hooge antenne op deze figuur stelt voor de experimenteele Yagi-antenne, waarvan in de figuren 3 en 4 sprake is, en die draaibaar is om een verticale as. Tevens is daar rechts onder de antenne-opstelling te zien voor de verbinding met Tilburg.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

dat het veld, dat de Yagi-antenne op verschillende afstanden geeft, behoorlijk overeenstemt met wat men, uitgaande van de beschikbare antenne-energie, globaal zou verwachten.

In *fig. 4* is het richtingsdiagram weergegeven van de experimenteele zendantenne, die in Eindhoven werd gebruikt. Deze antenne kan gedraaid worden om een verticale as en is afgebeeld in *fig. 5*, waarop ook de definitieve antenne voor de verbinding met Tilburg is te zien, welke in *fig. 6* afzonderlijk is afgebeeld.

De voedingslijnen

Daar wij bij deze proeven met zeer korte golven te maken hebben, spelen de zelfinductie en capaciteit der verbindingslijnen tusschen zender en

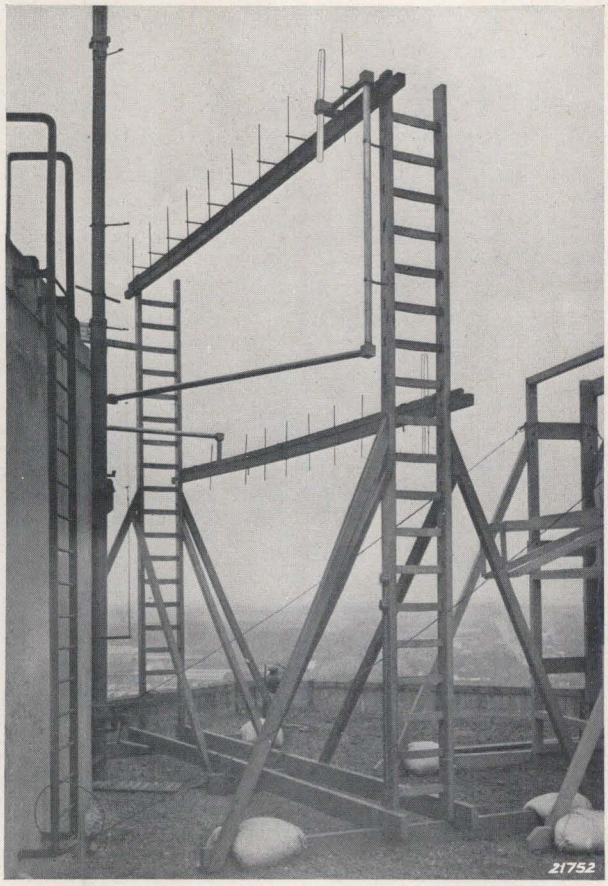

Fig. 6. Grootere afbeelding van de antenne-opstelling voor de verbinding met Tilburg.

antenne een rol. Bij de eerste proeven werden tweedraadsvoedingslijnen gebruikt, die met „Micalex"-afstandstukjes om de 1,5 m op de juiste afstand van elkaar werden gehouden. In zulke voedingslijnen van ongeveer 20 m lang bedraagt het verlies hoogstens 50 %. De verbinding wordt door ijzel en smeltende sneeuw geheel verstoord, terwijl bij vochtig weer flinke verliezen optreden. Wij hebben derhalve de voedingslijnen afgeschermd en de dipool omgeven met een glazen buis, terwijl bovendien het geheel van binnen op temperatuur gehouden kan worden. De moeilijkheden bleken hiermede te zijn overwonnen.

De zender

In de zender worden trioden gebruikt, die zoo geconstrueerd zijn, dat het mogelijk is korte golven van ongeveer één meter normaal op te wekken. *Fig. 7* toont een dergelijke lamp, waarbij rooster- en anode-uitvoer aan de bovenzijde zijn aangebracht, terwijl zij alleen de glaswand tot steun en isolator hebben. De gloeidraad is op normale wijze uitgevoerd. De afmetingen zijn zoo, dat de demping door het looptijdeffect [2]) bij deze frequenties nog niet fnuikend wordt.

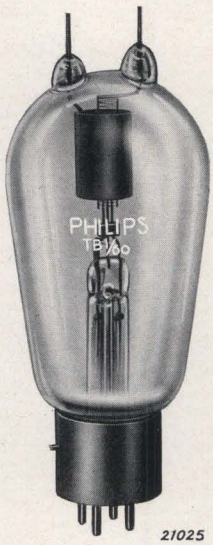

Fig. 7. De in deze verbinding gebruikte zendlamp TB1/60.

Teneinde een zender te verkrijgen, die gemakkelijk kan worden ingesteld, werd een balansschakeling gebruikt, waarbij de toevoerdraden voor de gloeistroom zoo zijn gemaakt, dat het systeem is afgestemd. Daardoor kan men de zender bij diverse golflengten op eenvoudige wijze steeds met een zoo hoog mogelijk rendement laten werken. De metingen, waarvan de resultaten in

[1]) B. Trevor and R. W. George, Notes on propagation at a wavelength of seventythree centimeters, Proc. Inst. Radio Eng. **23**, 461 - 469, 1935.

[2]) C. J. Bakker and G. de Vries, Vacuum tube electronics. Physica **2**, 683 - 697, 1935.
C. J. Bakker, Eenige eigenschappen van ontvanglampen bij korte golven, Philips techn. T. **1**, 171 - 178, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

fig. 8 zijn weergegeven, laten zien hoe het rendement van de goflengte afhangt. Bij de door ons gebruikte golflengten is het rendement dus ongeveer 20 %.

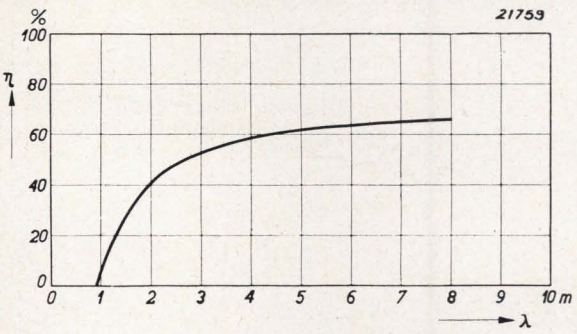

Fig. 8. Het rendement η van de zendlamp TB 1/60 als functie van de golflengte λ.

Er wordt gemoduleerd door de anodespanning te veranderen. De modulator is uitgevoerd als balansversterker en bevat zes lampen F 410. Bij deze wijze van moduleeren schommelt de frequentie. Teneinde deze schommelingen voldoende klein te houden is een *LC*-kring met zeer weinig verliezen gebruikt. Evenals in zenders voor langere golven de frequentie constant wordt gehouden door een piëzo-electrisch kristal, geschiedt dit voor deze ultra korte golven door die *LC*-kring, welke veel goedkooper en robuster is. Deze *LC*-kring is van rood koper gemaakt en als omwentelingslichaam uitgevoerd; een doorsnede is in *fig. 9* gegeven. Zooals duidelijk is, verloopen de magnetische krachtlijnen in de ruimte tusschen de kern en het manteloppervlak; de zelfinductie L_{cm} in cm zal ongeveer $2\,l \ln R_1/R_0$ bedragen, waarbij l de lengte van de as in cm is, terwijl $2\,R_0$ en $2\,R_1$ resp. de diameters van de kern en van de mantel zijn. De eigen golflengte volgt dan uit de formule:

$$\lambda_{cm} = 2\pi \sqrt{L_{cm}\, C_{cm}}\,.$$

Daar er bij de constructie geen isolatiemateriaal is gebruikt, zijn de verliezen heel klein. Bij zulke korte golven spelen de stralingsverliezen van zoo'n *LC*-kring een belangrijke rol en deze zijn bij de in fig. 9 weergegeven constructie voldoende klein gehouden, daar de straling hier slechts plaats vindt door een nauwe spleet. In verband hiermede kan dus de kwaliteit zeer goed zijn. Het resultaat is dan ook, dat bij juiste koppeling van deze kring met de zender de veranderingen der frequentie bij volledig uitsturen binnen nauwe grenzen blijven.

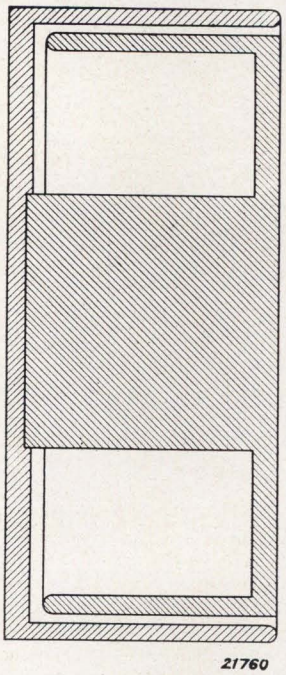

Fig. 9. Schets van de verliesvrije *LC*-kring, die gebruikt werd voor het stabiliseeren van de frequentie.

Het ontvangsysteem

Voor het ontvangen van zeer korte golven heeft men de keuze uit verschillende ontvangsystemen. Toestellen met directe hoogfrequentie versterking,

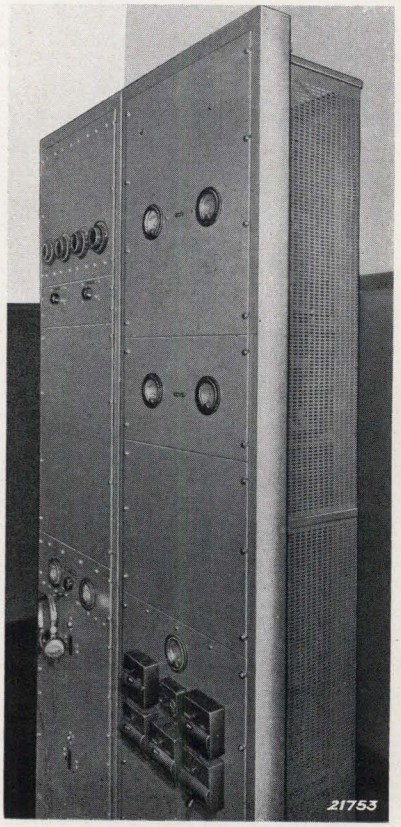

Fig. 10. Apparatuur voor de verbinding opgesteld in Tilburg. Het linker paneel bevat twee ontvangers, waarvan een als reserve dient. De vier afstemknoppen, die op dit paneel geheel bovenaan zijn te zien, zijn de afstemmingen der vier gebruikte oscillator-modulatoren. Het rechter gedeelte stelt het zendpaneel voor.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

superregeneratieve ontvangers alsook superheterodyne en superautodyne ontvangers zijn bruikbaar. Het was gewenscht, dat de ontvangers met volledige wisselstroomvoeding bedreven zouden kunnen worden, dat zij geen toezicht zouden behoeven, zooveel mogelijk tegemoet zouden komen aan de eigenaardigheden van ultra korte golf zenders, en met gangbare lampen zouden werken. Het was bovendien wenschelijk om de moderne verbeteringen in de uitvoering van ontvangers voor langere golven, zooals zichtbare afstemming, automatische volumeregeling, enz. ook hier te kunnen aanbrengen.

In verband met dit alles viel de keuze op superautodyne ontvangers. Hierbij zijn er, evenals dit tegenwoordig gebruikelijk is bij ontvangers voor langere golven, geen afzonderlijke lampen voor het opwekken van de in de ontvanger benoodigde hulptrilling (oscillator) en voor het moduleeren (modulator). Voor het verrichten van deze gecombineerde taak van oscillator-modulator zijn er echter op zulke korte golven nog geen speciale lampen beschikbaar, die het pendant vormen voor de bekende zg. „menglampen", hexode en octode, voor langere golven. Wij hebben zg. eikeltrioden als menglamp gebruikt. Dit zijn trioden met zeer kleine afmetingen, waardoor de looptijden der electronen voldoende klein blijven. Ook hebben deze lampen veel kleinere capaciteiten dan de normale en het is dientengevolge mogelijk om er nog belangrijk kortere golven mee op te wekken, dan waarmee hier werd gewerkt. Het linker paneel in *fig. 10* toont de gebruikte ontvanger.

Evenals de zendantenne is ook de ontvangantenne een Yagi-antenne, die door een tweedraadsvoedingslijn met de ontvanger is verbonden. Zooals in *fig. 11* is aangegeven, is deze tweedraadsvoedingslijn aangesloten op een andere tweedraadsvoedingslijn (Lecher-systeem), dat ongeveer een halve golf lang is en eindigt in een spoeltje S_1, dat gekoppeld is met S_2, waaraan de oscillator-modulator *1* verbonden is. *Fig. 12* is een foto van de oscillator-modulator met de tot een schroeflijn opgewonden draden van het Lecher-systeem. Boven is de brug te zien, waarmede de eigenfrequentie van het Lecher-systeem afgestemd wordt op de ontvangen frequentie. Een geschikte aanpassing aan de ontvanger kan worden verkregen door:

1) de lengte van het Lecher-systeem, die ongeveer een halve golf bedraagt, met behulp van de brug te veranderen,
2) de plaats te wijzigen, waarop de tweedraadsvoedingslijn, die van de antenne komt, is aangesloten,
3) de koppeling tusschen de spoeltjes S_1 en S_2 te veranderen.

Bij de ontvangers blijken zich, hoewel in mindere mate dan bij de zenders, moeilijkheden voor te doen tengevolge van het zich afzetten van ijzel op de tweedraadsvoedingslijnen. Deze zijn derhalve inmiddels ook geheel afgeschermd.

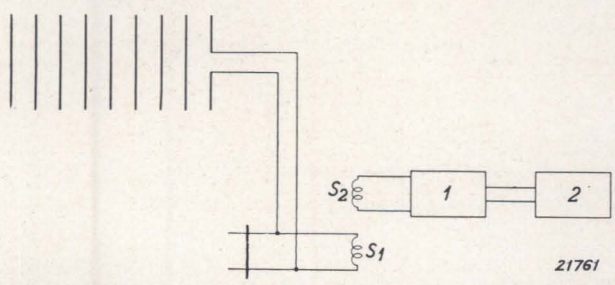

Fig. 11. Schema van de oscillator-modulator met tweedraadsvoedingslijnen voor aanpassing aan de antenne. Met *1* is de oscillator-modulator aangeduid, terwijl *2* de middelfrequentie versterker, detector en laagfrequentie versterker voorstelt.

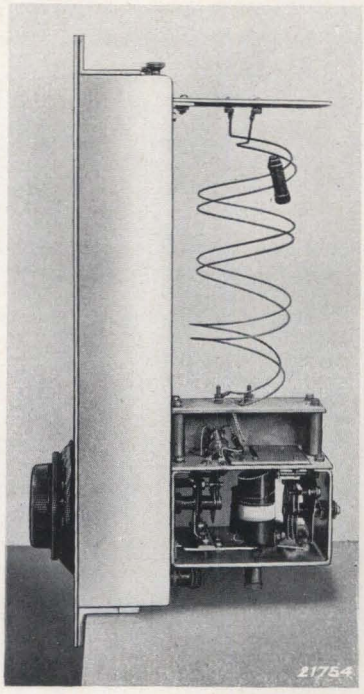

Fig. 12. Afbeelding van de oscillator-modulator.

De middelfrequentie versterker

De middelfrequentie versterker onderscheidt zich in hoofdzaak van de voor omroepgolven gebruikelijke door de groote breedte van zijn frequentiegebied. Noch de frequentie van de zender, noch die van de oscillator is geheel constant. Wil de verschilfrequentie binnen dezelfde perken blijven als bij de ontvangst van langere golven, dan mogen de absolute variaties dus ook niet grooter zijn dan die voor langere golven, en de relatieve moeten dus

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

zeer veel kleiner zijn. Nu moet men om voor de kortste golven, die met het gebruikelijke omroeptoestel ontvangen kunnen worden (15 m), de verschilfrequentie voldoende constant te houden al zekere maatregelen treffen. Veronderstel, dat het gelukt op onze kortere golven dezelfde relatieve constantheid der frequentie te krijgen, dan zal dus de verschilfrequentie 10 à 15 maal meer schommelen dan voor de golf van 15 m. Dit eischt al een aanmerkelijk grootere bandbreedte dan bij een omroepontvanger. Bovendien — en dit is veel erger — is de frequentie van de zender veel minder constant dan die van de met een kristal gestuurde omroepzenders. In verband met dit alles is de frequentie van de middelfrequentie versterker omstreeks $7{,}5 \cdot 10^6$ perioden terwijl de bandbreedte ongeveer 400 000 perioden per sec bedraagt. Bijzondere moeilijkheden levert dit niet op. Voor televisiedoeleinden maakt men wel breedere middelfrequentie versterkers. Zoonoodig kan op de gebruikelijke wijze automatische volumeregeling worden aangebracht door regelen op de eerste middelfrequente lamp.

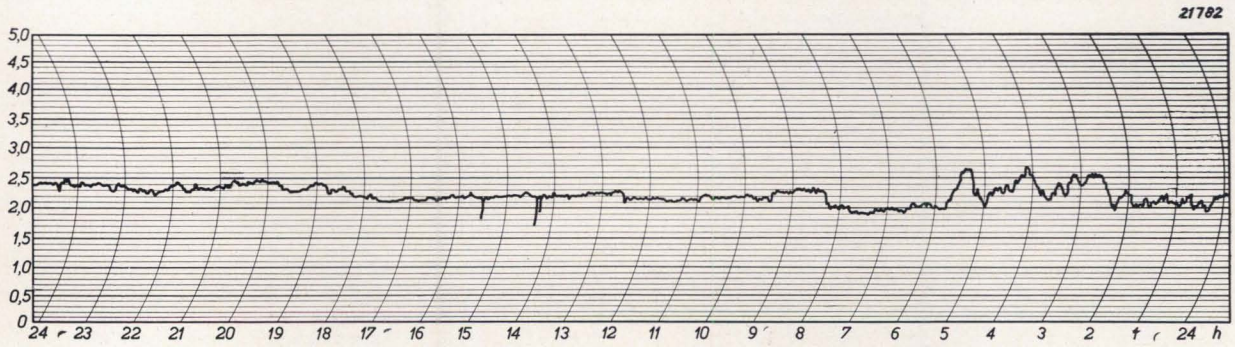

Fig. 13. Registrogram in Eindhoven opgenomen van de daar ontvangen sterkte van de zender in Tilburg.

Registreeren van de draaggolf

De sterkte van de draaggolf, zooals die in Eindhoven vanuit Tilburg wordt ontvangen, is op de volgende wijze geregistreerd. De gelijkstroom, die de detector in de ontvanger levert, loopt behalve door de koppelweerstand voor de eindlamp nog door een tweede weerstand. Nu levert het spanningsverval over deze laatste weerstand, na versterking door middel van een gelijkstroomversterker met twee penthoden AL 4 in compensatieschakeling, genoeg energie teneinde een registreerende milliamperemeter te voeden.

Een registrogram over een tijdsverloop van 24 uur is in *fig. 13* afgebeeld. Het is voldoende de ontvanger elk etmaal één keer bij te stemmen.

Onderlinge storing

Het blijkt zonder meer mogelijk de zender en ontvanger naast elkaar op te stellen. De onderlinge storing, die daaruit ontstaan zou, kon alleen tengevolge hebben, dat men op de ontvanger de ernaast opgestelde zender zwak zou kunnen hooren en men zichzelf dus eenigszins zou hooren spreken. Men merkt hiervan evenwel practisch niets. Wil men een telefoonnet aan de apparatuur verbinden, dan moeten daarbij balansen worden gebruikt, die door hun onvolmaaktheid grootere storingen veroorzaken, dan waarvan hier sprake is.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

DE METING DER HARDHEID VAN METALEN EN LEGEERINGEN

door E. M. H. LIPS.

Samenvatting. Een overzicht wordt gegeven van de meest gebruikelijke methoden om de hardheid van metalen en legeeringen te meten. In het bijzonder wordt een microhardheidsmeter beschreven, waarmede men de hardheid van structuurbestanddeelen meten kan.

Inleiding

De hardheid van een of andere vaste stof gold reeds bij de oudste volken als een belangrijke eigenschap, die meer of minder met het begrip bewerkbaarheid verbonden werd. Een mineraal bijv. werd dàn hard genoemd, wanneer men het door middel van schaven, slijpen of andere soortgelijke bewerkingen niet of moeilijk kon modelleeren.

Uit den aard der zaak werd dan ook om de hardheid van een stof aan te geven, deze steeds vergeleken met een andere stof, waarvan men bij ondervinding wist in welke mate zij moeilijkheden bij de „bewerking" opleverde.

Uitdrukkingen als „zoo zacht als boter" en „zoo hard als steen" bewijzen, dat deze opvatting ook heden ten dage nog een zeker bestaansrecht heeft.

Het duurde echter nog lang alvorens men de hardheid van vaste stoffen volgens een systematisch opgezet plan ging meten.

Na onderzoekingen van Barba in 1640 en Réaumur in 1722 stelde eerst Mohs in 1822 een schaal op van 10 bekende mineralen, die een onderling toenemende hardheid vertoonden. De hardheid van een vaste stof uitgedrukt in een der cijfers 10-1 wordt bepaald door, te beginnen met diamant, de onbekende stof te krassen met de opeenvolgende standaardmineralen, totdat een standaardmineraal zelf gekrast wordt door de te onderzoeken stof. De gevraagde hardheid ligt dan tusschen die der laatste twee mineralen in.

De hardheidsschaal van Mohs *(tabel I)* bewees in de mineralogie voortreffelijke diensten en doet dat ook heden nog.

Tabel I

Mineraal	Schaal waarde
Talk	1
Gips	2
Kalkspaat	3
Fluoriet	4
Apatiet	5
Orthoklaas	6
Kwarts	7
Topaas	8
Korund	9
Diamant	10

Voor de in de tweede helft der vorige eeuw opkomende metaalindustrie voldeed de hardheidsschaal van Mohs niet meer. Zij was te onnauwkeurig; de differentiatie was te gering.

Methode van Brinell

Voortbouwende op de onderzoekingen van voornamelijk Hertz en Auerbach ontwikkelde nu Brinell de kogeldrukmethode, die in 1900 voor het „Congrès International des Métaux d'Essai" behandeld werd.

De groote waarde van de onderzoekingen van Brinell lag voornamelijk in het feit, dat afstand gedaan werd van de definitie der hardheid als „krasbaarheid" [1]), en in de plaats daarvan de mate van indeuking genomen werd, die het te onderzoeken materiaal bij persen met een ander ondergaat.

De proef volgens Brinell, die tot op de huidige dag nog veelvuldig wordt toegepast, komt in wezen op het volgende neer:

Een geharde stalen kogel wordt met een bepaalde druk tegen een geslepen vlakje van het te onderzoeken materiaal geperst. Vervolgens wordt de belasting weggenomen en de kogel verwijderd. In

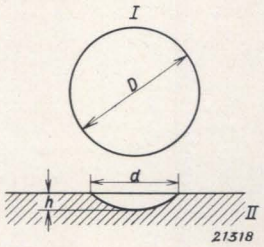

Fig. 1. Indrukking in de vorm van een bolkapje, verkregen met behulp van de proef van Brinell.

de meeste gevallen laat de kogel nu een indrukking achter in de vorm van een bolkapje, zooals in *fig. 1* is weergegeven. Hierin is *I* de kogel, waarmede

[1]) Op deze definitie der hardheid, die men, zooals uit het volgende blijken moge, tegenwoordig verlaten heeft, berust o.a. de hardheidsmeter van Martens, waarbij een kegelvormige diamant met een tophoek van 90° onder een belasting van 20 gram over een gepolijst vlak van het te meten voorwerp getrokken wordt. De breedte der gemaakte kras, die onder het microscoop gemeten wordt, is een reciproke waarde der hardheid.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

in het materiaal *II* een bolkapje is ingedrukt. De hardheid of de Brinell-waarde verkrijgt men, indien men de druk deelt door het oppervlak van het ingedrukte bolkapje, of

$$H = \frac{P}{\pi D h}, \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

waarin H de Brinell-hardheid in kg/mm²,
P de toegepaste druk in kg,
D de middellijn der kogel in mm en
h de pijl van het bolkapje voorstelt.

Om practische redenen is het gemakkelijker de doorsnede d van het bolkapje te meten in plaats van de pijl h. De omrekeningsformule wordt dan:

$$H = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Om reproduceerbare metingen te verkrijgen is het noodzakelijk, dat de druk P aan de hardheid van het te onderzoeken materiaal en aan de middellijn der kogel is aangepast, terwijl ook de tijd gedurende welke de kogel op het materiaal gedrukt wordt, belangrijk is. Een en ander was aanleiding de kogelmiddellijn met daarbij toe te passen druk en belastingtijd te normaliseeren. In *tabel II* zijn de genormaliseerde waarden weergegeven.

Tabel II

Dikte van het proefstuk in mm	Middellijn der kogel in mm	Kracht in kg voor: staal en gietijzer	messing, brons, enz.	aluminium, wit metaal, enz.
>6	10	3000	1000	250
6-3	5	750	250	62,5
<3	2,5	187,5	62,5	15,6

Een Brinell-hardheid van bijv. 200, welke gemeten is met een kogel van 10 mm middellijn, onder een druk van 3000 kg, welke gedurende 30 sec konstant is gehouden, geeft men nu in het kort aldus weer:

$$H\ 10/3000/30 = 200 \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

Eenige voordeelen der proef van Brinell zijn:

1) zij is gemakkelijk uit te voeren,
2) men verkrijgt een indruk, die als documentatie dienen kan; dwz. dat de indruk steeds weer is na te meten,
3) de gemaakte indrukkingen zijn zóó groot, dat het mogelijk is ook inhomogene materialen, zooals gietijzer te meten.

Nadeelen zijn:

1) de kogelindruk is niet steeds voor alle materialen gelijkvormig, terwijl de omrekeningsformule (2) slechts binnen vrij enge grenzen geldig is; hierdoor kan men de bij eenzelfde materiaal gevonden waarden slechts dàn vergelijken, indien ze onder precies dezelfde omstandigheden werden verkregen [2]).
2) Materialen, waarvan de hardheid die van de geharde stalen kogel benadert, kan men niet volgens de methode van Brinell meten. Immers zou in dat geval de kogel zelf afgeplat worden, waardoor een te groote (nu niet bolvormige) indrukking ontstaat, die na omrekening een te lage hardheid geeft.
3) De kogelindruk beteekent een soms ontoelaatbare beschadiging van het oppervlak.

Door de afplatting van de stalen kogel is het meetgebied der proef van Brinell beperkt tusschen 0 en gehard staal. De hardheden van gereedschapsstalen bijv., die in de gebruikstoestand een hardheid bezitten in de buurt van die van gehard staal, kunnen dus normaliter niet volgens de methode van Brinell gemeten worden.

Eerst in de laatste jaren heeft men dit nadeel ten deele kunnen ondervangen, door in plaats van de geharde stalen kogel een kogel van een speciale legeering zooals bijv. „Widia" te nemen, dat een aanmerkelijk hoogere hardheid bezit dan gehard staal. Men krijgt dan echter een groote onnauwkeurigheid tengevolge van de geringe indringdiepte.

Hardheidsmeter van Rockwell

De in 1920 op de markt gebrachte hardheidsmeter van Rockwell, waarmede in het bijzonder harde staalsoorten gemeten kunnen worden, heeft dan ook een uitgebreide toepassing gevonden.

Het verloop van een meting volgens Rockwell is als volgt (zie *fig. 2*):

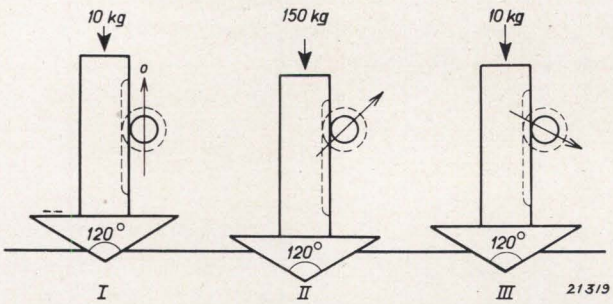

Fig. 2. Schematische aanduiding van het verloop eener meting volgens Rockwell.

Een kegelvormige diamant met een tophoek van 120° wordt met de kegelspits op het te onderzoeken materiaal geplaatst en met een druk van

[2]) Bepaalt men bijv. de hardheden H 10/3000/30 en H 5/750/30 van gietijzer, dan verkrijgt men waarden, die belangrijk uiteenloopen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

10 kg belast. De wijzer, die door middel van een overbrenging met de diamant verbonden is, neemt nu een bepaalde stand in. De beweeglijke wijzerplaat, waarlangs de wijzer loopt, wordt vervolgens op 0 ingesteld en de last tot op 150 kg vermeerderd; nadat de wijzer tot staan is gekomen, verwijdert men 140 kg, waarna de wijzer een bepaalde eindstand inneemt, die op de geijkte schaal in Rockwell-waarde wordt afgelezen. De Rockwell-waarde is dus het verschil tusschen de indringdiepten van I en III.

Voor zachte materialen kan men de diamant met een kogel verwisselen, die een middellijn bezit van 1,59 mm (1/16″). Inplaats van 150 kg wordt dan een druk van 100 kg toegepast. De meting geschiedt overigens op dezelfde wijze.

Ter onderscheiding, of men de Rockwell-waarde met de diamant dan wel met een kogel gemeten heeft, spreekt men van R_C (Rockwell gemeten met de diamantkonus „*Cone*") en R_B (Rockwell-waarde gemeten met de kogel „*Ball*").

De voornaamste voordeelen van de methode volgens Rockwell zijn:

1) De meting neemt slechts 10 à 20 sec in beslag, waartegenover de methode volgens Brinell ca. 1 minuut vordert.
2) Ook van zeer harde materialen kan de hardheid gemeten worden, hetgeen bij de proef van Brinell niet het geval is.

De toegepaste druk bedraagt maximaal 150 kg, tegen 3000 kg bij de proef van Brinell. Hierdoor zijn ook de volgens de methoden van Rockwell gemaakte indrukken kleiner en minder diep, hetgeen voordeelen oplevert, indien men voorwerpen van geringe dikte wil meten zooals bijv. plaatmateriaal.

Nadeelen der methode van Rockwell zijn:

1) De gemaakte indrukken kunnen niet ter documentatie dienen. Immers het nulpunt (fig. 2 I) kan men, nadat de indruk eenmaal gemaakt is, niet meer instellen.
2) Het meetgebied van zoowel R_B als R_C is betrekkelijk klein.
3) Daar een diepte-verschil gemeten wordt, is het noodzakelijk, dat het te meten voorwerp zoodanig wordt vastgelegd, dat doorveering uitgesloten is. De elastische vervormingen, die voornamelijk tusschen meetstukje en onderlaag kunnen optreden, geven dus aanleiding tot onnauwkeurige meetresultaten

Hardheidsmeter van Vickers

Een hardheidsmeter, die de voordeelen van de methoden van Brinell en van Rockwell in zich vereenigt, is de meter van Vickers. De hardheidsmeter van Vickers is in principe gelijk aan een toestel van Brinell, waarvan de kogel vervangen is door een diamant in de vorm van een vierzijdige pyramide, waarvan de zijvlakken een hoek φ van 136° maken. De pyramide wordt met een, voornamelijk van de dikte van het te meten materiaal afhankelijke, druk tusschen 1 en 120 kg op een gepolijst vlakje van het te onderzoeken materiaal geperst. Bekijkt men met een microscoop na het wegnemen der last de gemaakte indruk, dan neemt men een vierkant waar, waarvan de diagonaal gemeten wordt. De hardheid V, volgens Vickers gemeten [3]), wordt, evenals bij de methode van Brinell, verkregen, doordat men de last deelt door het oppervlak van de indrukking, of wel:

$$V = \frac{2L \sin \varphi/2}{d^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

waarin L het gewicht in kg,
φ de tophoek der diamant = 136°, en
d de diagonaal van het grondvlak van de pyramidevormige indruk voorstelt.

De meter van Vickers bezit het groote voordeel steeds gelijkvormige indrukken te geven, waardoor het practisch onverschillig is, of men de hardheid van een homogeen materiaal gemeten heeft onder een druk van 5 dan wel van 50 kg. Een groot nadeel is, dat aan het te meten materiaal een plat vlakje moet worden geslepen en gepolijst, terwijl voor de metingen volgens Brinell en Rockwell een geslepen oppervlak reeds voldoende is.

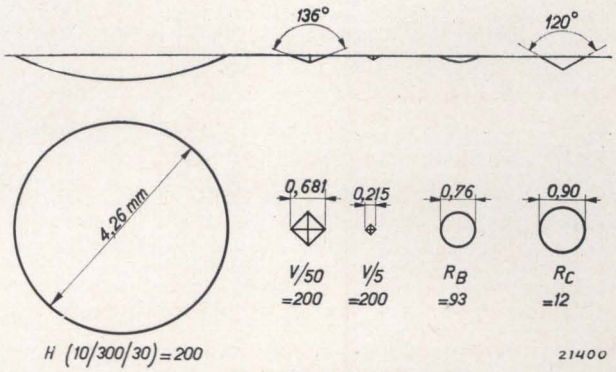

Fig. 3. Verhouding van de grootte der indrukkingen, die men verkrijgt, indien van een gegeven materiaal de hardheid gemeten wordt volgens de methoden van Brinell, Vickers en Rockwell.

In *fig. 3* is de verhouding van de indrukkingen weergegeven, die men verkrijgt, indien men van een gegeven staal de hardheid achtereenvolgens meet

[3]) Veelal wordt de gebruikte belasting aan V toegevoegd, bijv. $V/10$ beteekent Vickers-hardheid gemeten met een belasting van 10 kg.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

volgens de methoden van Brinell, van Vickers. en van Rockwell Men ziet hieruit duidelijk, dat de meter volgens Vickers met de geringste indringdiepte werken kan, hetgeen speciaal dàn groote voordeelen oplevert, indien men de hardheid van plaatvormig materiaal of zelfs dunne oppervlaktelaagjes meten wil.

In *fig. 4* zijn de verschillende hardheidsschalen in hun juiste verhouding naast elkaar gezet. Tevens is de plaats van eenige algemeen bekende materialen aangegeven. Indien men met de mineralen, waarop de Mohs-schaal betrekking heeft, de hardheid der metalen meet, verkrijgt men sterk uiteenloopende waarden, waarvan de gemiddelden vrij nauwkeurig evenredig zijn met de logarithmen van de Vickers hardheden. Uit de fig. blijkt, dat alleen de meter van Vickers een practisch onbeperkt meetgebied heeft met een gelijkmatige schaalverdeeling. Het groote voordeel hiervan is, dat men zoowel bij de

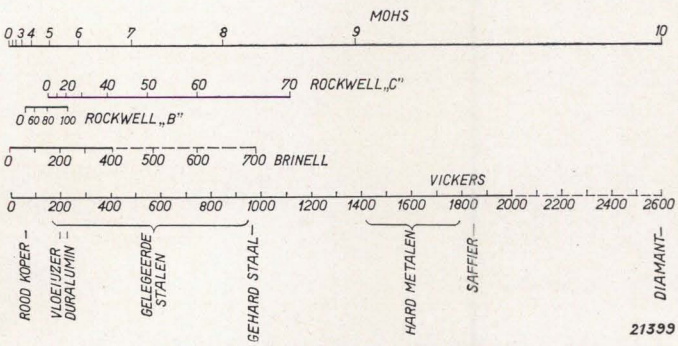

Fig. 4. Onderlinge verhouding der hardheids-schalen van Mohs, Rockwell, Brinell en Vickers.

zachte materialen, zooals koper, alsook bij de hardste snijmetalen, zooals „Widia", de hardheid in dezelfde grootheden uitdrukt.

Andere methoden ter bepaling van de hardheid

De drie laatst beschreven methoden om de hardheid te meten kan men tot op zekere hoogte als standaard-methoden beschouwen. Afgezien van de reeds genoemde kan men namelijk nog op verschillende andere wijzen de „hardheid" [4]) van metalen en legeeringen vaststellen.

Deze methoden bezitten veelal het voordeel, dat ze zonder beschadiging van het te onderzoeken materiaal werken, echter het nadeel, dat ze alle slechts een klein meetgebied bezitten. Bij de Scleroscoop bijv. maakt men gebruik van een gehard stalen kogeltje of hamertje, waarop een speciaal geslepen diamant is bevestigd. Dit hamertje laat men van een hoogte van 25 cm op het te onderzoeken materiaal vallen en meet nu de opstuithoogte, welke grooter is naarmate het materiaal harder is. Veelal worden de zoo verkregen waarden door middel van vergelijkingsproeven in normale Brinell-, Rockwell of Vickers-eenheden uitgedrukt.

De micro-hardheidsmeter

De beschreven methoden om de hardheid van materialen te meten, geven alle microscopisch zichtbare indrukkingen. Voor het practische materiaalonderzoek, zooals bijv. voor materiaalkeuring, is dit in het geheel geen bezwaar. Het wetenschappelijk materiaalonderzoek stelt echter soms hoogere eischen, zooals uit het volgende moge blijken.

De zuivere metalen, die voor practische toepassing in aanmerking komen, hebben met betrekking tot hunne vastheidseigenschappen dusdanig lage waarden, dat ze voor toepassing als constructiemateriaal nagenoeg onbruikbaar zijn.

Voegt men aan een gesmolten metaal een ander metaal of niet-metaal toe, dan verkrijgt men na afkoelen een legeering, die meestal bestaat uit harde en zachte bestanddeelen, welke, indien zij in een juiste verhouding tot elkaar staan, aan het geheel vastheidseigenschappen verleenen, welke een veelvoud kunnen bedragen van die der samenstellende componenten. Wordt aan een zoodanige legeering een vlakje geslepen en gepolijst en

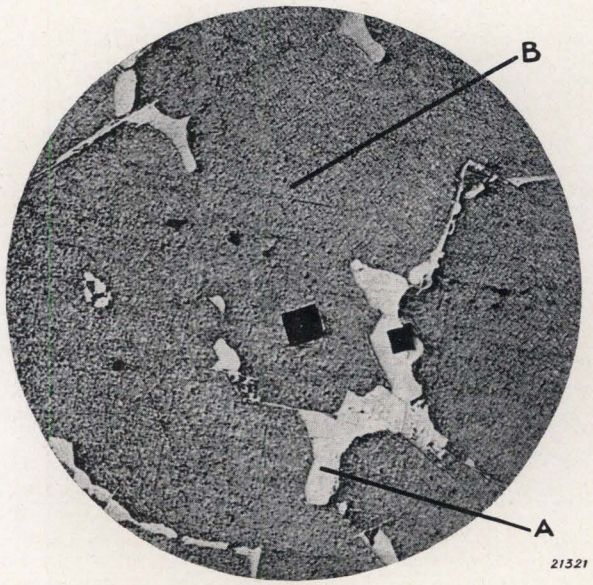

Fig. 5. 150-voudige vergrooting van een geëtst praeparaat eener aluminium-koper-legeering.

[4]) Hardheid is hier tusschen aanhalingsteekens geplaatst, omdat deze methoden niet meer de hardheid volgens de indringdiepte definieeren, doch op andere eigenschappen berusten, die wel een zeker verband met de hardheid hebben, doch waarvan de verkregen waarden niet algemeen in Brinell- en Vickers-waarden kunnen worden omgezet.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

vervolgens met een beitsende vloeistof aangeëtst, dan kan men deze bestanddeelen onder het microscoop van elkaar onderscheiden.

In *fig. 5* is een 150-voudige vergrooting van een geëtst praeparaat eener aluminium-legeering weergegeven. Men ziet hier een gelijkmatig geëtste grondmassa *B*, waarin witte insluitsels *A* verspreid liggen.

Meet men nu de hardheid dezer legeering volgens een der genoemde methoden, dan wordt deze steeds over een zoodanig groot gebied gemeten, dat zoowel de zachte grondmassa alsook een meer of minder groot aantal insluitsels daarin begrepen zijn, met andere woorden, men meet een gemiddelde hardheid.

Neemt men een materiaal, als waarvan in fig. 5 de microfoto is weergegeven en waarvan de insluitsels harder zijn dan de grondmassa, dan kan men door een juiste legeeringstechniek de grondmassa harder maken en tegelijkertijd de insluitsels in aantal verminderen. Zoodoende verkrijgt men een materiaal, waarvan de gemiddelde hardheid dezelfde gebleven is, doch waarvan de physiche eigenschappen veranderd zijn. Het is dus belangrijk de gemiddelde hardheid, verkregen met de methode van Brinell, Rockwell of Vickers, te ontleden in de hardheid der grondmassa en die der insluitsels.

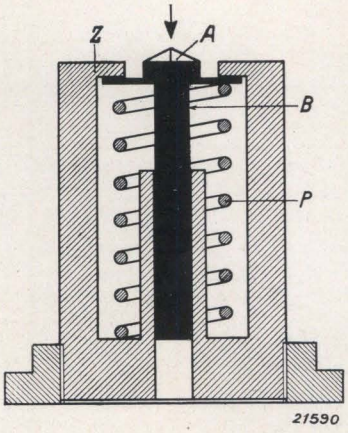

Fig. 6. Schets van een microhardheidsmeter om de hardheid van structuur-elementen te meten.

Een speciale in het Philips laboratorium ontwikkelde hardheidsmeter [5]) geeft hiertoe de mogelijkheid (zie *fig. 6*). De diamant *A*, die dezelfde vorm bezit als voor metingen volgens de methode van Vickers, is vast gemonteerd op een in de lengte-richting vrij beweeglijke as *B*. Een veer *P* is zoodanig gedimensioneerd, dat bij belasting der diamant in de pijlrichting een druk van 0,020 kg juist in staat is de aanslag bij *Z* vrij te maken. Het geheel heeft ongeveer de grootte van een normaal microscoopobjectief *(fig. 7)* en is op een normale objectief-fitting gemonteerd.

Neemt men nu, gedurende het microscopisch onderzoek van een legeering, bestanddeelen waar, waarvan men de hardheid wil meten, dan fixeert men, door middel van een kruisdraad in het oculair,

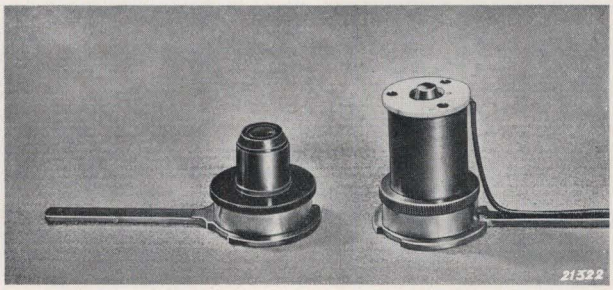

Fig. 7. Afmetingen van de microhardheidsmeter in vergelijking met die van een normaal microscoopobjectief.

het te meten struktuurbestanddeel. Vervolgens verwisselt men het objectief met de hardheidsmeter en schroeft nu de tafel en de diamant zoover naar elkaar toe, dat het praeparaat de diamant juist van de aanslag vrij drukt, hetgeen door een ingebouwde electrische signaalinrichting wordt aangegeven. Na bijv. 30 sec schroeft men de microscooptafel weer vrij van de diamant, verwisselt de hardheidsmeter met het microscoopobjectief en meet nu de indrukking met een meetoculair. De verkregen waarde wordt vervolgens in normale Vickers-eenheden omgerekend.

In fig. 5 ziet men twee indrukjes, die op de omschreven wijze gemaakt zijn. De indrukking in de grondmassa komt overeen met een Vickers-hardheid van 75 eenheden, terwijl de insluitsels een hardheid van 395 eenheden bezitten. De „gemiddelde" met het toestel van Vickers gemeten hardheid bedroeg 78 eenheden.

Het toepassen van de mico-hardheidsmeter blijft uiteraard tot het laboratorium beperkt. Zij kan hier echter waardevolle diensten bewijzen, wanneer het er om gaat de bouw der legeeringen te onderzoeken, zooals bijv. het verloop van de hardheid in puntlasschen of het identificeeren van struktuurbestanddeelen. Verder kan zij ook dienen voor het meten der hardheid van zeer dunne oppervlaktelaagjes, zooals die o.a. bij galvanische neerslagen voorkomen.

[5]) E. M. H. Lips and J. Sack: A hardness tester for microscopical objects, Nature **138**, 328, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

PLAATS- EN KOERSBEPALING AAN BOORD VAN EEN VLIEGTUIG MET BEHULP VAN RADIO

Samenvatting. In dit artikel worden eenige radio-ontvanginrichtingen besproken, waarmee men aan boord van een vliegtuig de koers kan bepalen en radiopeilingen kan verrichten.

Inleiding

De behoefte aan plaatsbepaling van vliegtuigen met behulp van radio is dringender geworden nu er steeds meer boven het wolkendek wordt gevlogen. Oorspronkelijk was een piloot voor zijn navigatie geheel aangewezen op de gronddienst, die hem op verzoek zijn plaats en de aan de hand van het compas te volgen koers opgeeft. Het vliegtuig vraagt dan aan één der radiopeilstations op de grond om samen met minstens één ander radiopeilstation zijn positie te bepalen. Gedurende eenige tijd laat het vliegtuig zijn zender werken, zoodat de betrokken radiopeilstations de richting kunnen bepalen, waaruit zij zijn signaal ontvangen. Eén der grondstations werkt deze kruispeiling op de kaart uit en seint als resultaat de positie aan het vliegtuig. Ook bij groote routine neemt een dergelijke kruispeiling van een vliegtuig minstens 2 grondstations gedurende enkele minuten in beslag. Bevinden er zich in een bepaald gebied meerdere vliegtuigen, die tegelijkertijd hun positie of een koersopgave vragen, dan moeten zij hun beurt afwachten. Bij het toenemen van de snelheid der vliegtuigen werd een dergelijke wachttijd echter steeds bezwaarlijker, terwijl hij door de toenemende dichtheid van het luchtverkeer ook steeds onvermijdelijker is geworden. Het aanvragen van kruispeilingen aan de gronddienst tracht men dus zooveel mogelijk te beperken door de vliegtuigen uit te rusten met instrumenten, die hen in staat stellen zèlf hun koers en plaats te bepalen.

Bevindt zich in de koerslijn van een vliegtuig een radiozender, dan kan de juistheid van de gevolgde koers gecontroleerd worden met een betrekkelijk eenvoudig instrument, een zg. koerszoeker, die zelfs ook in kleine sportvliegtuigen kan worden aangebracht. Indien men echter koersen wil naar een vliegveld, waar zich geen radiozender in de buurt bevindt, dan kan men zijn koers controleeren door met korte tusschenpoozen zijn plaats te bepalen met een radiopeilinrichting. Om dergelijke radiopeilingen uit te voeren moet men voorzien zijn van een meer geperfectionneerd meetinstrument, een zg. aanvliegpeiler, die aan boord van grootere vliegtuigen aangebracht kan worden. Door het peilen wordt de radiotelegrafist dan echter onttrokken aan de gewone radio-verkeersdienst, zooals het opnemen van weerberichten en dergelijke en het vragen naar landingsmogelijkheden.

Koerszoeker

Met de in *fig. 1* afgebeelde Philips' koerszoeker V.P. 4, die als voorschakelapparaat bij een normale ontvanger kan worden gebruikt, is men in staat op eenvoudige wijze de juistheid van de gevolgde

Fig. 1. Koerszoeker Type V.P. 4.

koers te controleeren. De werking van dit instrument berust op de gerichte ontvangst door middel van een raamantenne, die op — bij houten vliegtuigen ook in — de romp van het vliegtuig is aangebracht en wel met zijn vlak loodrecht op de asrichting van het vliegtuig.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

In *fig. 2* is het polaire diagram geteekend voor de ontvangsterkte van een signaal van een bepaalde

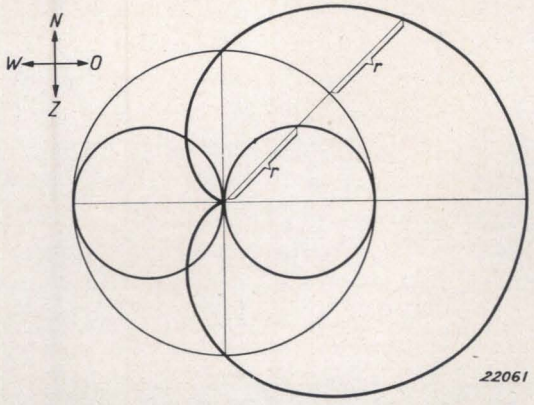

Fig. 2. Diagram van de ontvangsterkte van een raamantenne (achtvormig) en een ongerichte antenne (cirkel). Het hartvormige diagram wordt verkregen door deze beiden geschikt te combineeren.

sterkte, dat op een verticaal staand raam wordt ontvangen vanuit verschillende horizontale richtingen. Staat de Noord-Zuid-richting loodrecht op het raamvlak, dan bestaat het polaire diagram uit twee cirkels, welke elkaar raken volgens die richting, zooals in fig. 2 is geteekend (achtvormig diagram). Koersen wij precies naar een radiostation toe, dan zal dit op het raam, dat met zijn vlak loodrecht op de vliegtuigas is aangebracht, met minimale intensiteit worden ontvangen. Vliegt men in een andere richting, dan wordt het signaal met een grootere sterkte ontvangen. De signaalsterkte geeft dan echter geen aanwijzing, of men naar rechts of naar links moet sturen om in de juiste koers te komen.

Teneinde wel een aanwijzing te krijgen over de richting, waarin men moet bijsturen, is de koerszoeker zoodanig ingericht, dat de electromotorische krachten, die in het raam worden opgewekt, gecombineerd worden met de in de gewone antenne voor de berichtendienst van het vliegtuig geinduceerde E.M.K. Het polaire diagram van de ontvangsterkte op een zuiver ongerichte antenne is een cirkel, zooals in fig. 2 is geteekend. De gewone antenne van het vliegtuig heeft weliswaar geen zuiver cirkelvormig diagram, maar dit is een soort ovaal, die symmetrisch is ten opzichte van de vliegtuigas, zoodat de volgende beschouwingen hierop in principe ook geheel van toepassing zijn. Bij een bepaalde stand van de combinatieschakelaar zijn de antenne en raam E.M.K. voor de rechterhelft van het polaire diagram met elkaar in phase en voor de linkerhelft juist van tegengestelde phase. Voor de ontvangsterkte van de koerszoeker krijgen wij dus een hartvormig diagram (cardioïde), zooals in fig. 2 is aangegeven. Zetten wij de combinatieschakelaar om, dan wordt het hartvormige diagram gespiegeld aan de N-Z-richting van het diagram. Komt in fig. 2 het signaal niet precies uit het Noorden, maar een beetje ten Oosten, dan wordt in de koerszoeker de e.m.k. in de gewone antenne vermeerderd met een kleine e.m.k. in het raam. Bij het omschakelen van de combinatieschakelaar wordt die er dan juist van afgetrokken, zoodat het signaal dus zwakker wordt. Een signaal, dat in fig. 2 uit Noord ten Westen komt, wordt bij het omschakelen echter sterker.

Bij deze eenvoudige koerszoeker geschiedt het omschakelen met de hand, terwijl de ontvangst alleen op het gehoor plaats vindt. Een tweede omschakelaar is eventueel op eenige afstand van de koerszoeker, bijv. op de stuurknuppel aangebracht. Dit omschakelen met de hand is practisch geen groot bezwaar, want het behoeft alleen eigenlijk maar te gebeuren, zoolang de koers nog wordt gezocht. Is de koers eenmaal gevonden, dan kan de koerszoeker van de gewone antenne worden afgeschakeld, zoodat er verder koers gehouden wordt op de minimum raamontvangst.

Aanvliegpeiler

Men kan den piloot voortdurend een visueele koersaanwijzing verschaffen door te zorgen voor een periodieke omschakeling, hetgeen kan geschieden met behulp van een electrische, mechanische of electromagnetische schakelinrichting. De Philips' aanvliegpeiler V.P.K. 35 (*fig. 3*) is een combinatie van een radiopeilinrichting en een koerszoeker, die voorzien is van een automatische omschakelinrichting en een visueele aanwijzing. Zooals de naam aangeeft, is het toestel zoowel bedoeld voor „aanvliegen" als voor „peilen". Het wordt o.a. gebruikt in alle nieuwe „Douglas" D.C.3 vliegtuigen der K.L.M.

Deze aanvliegpeiler is geschikt voor:

1) Normale, ongerichte ontvangst, wanneer een speciale, verticale antenne er alleen op wordt aangesloten. Deze antenne is aangebracht in een hol, uit isolatiestof vervaardigd, antennemastje bovenop de romp van het vliegtuig.

2) Peilontvangst, waarbij de hoek tusschen de richting, waarin het zendstation zich bevindt, en de as van het vliegtuig gemeten wordt met behulp van een raamantenne, die om een verticale as draaibaar bovenop de vliegtuigromp is aangebracht. In fig. 2 is het achtvormige diagram der ontvangsterkte geteekend, waarbij het raamvlak staande loodrecht op de N-Z-richting werd verondersteld. Bij minimum ontvangst ligt het raamvlak loodrecht op de richting, waar het signaal

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

vandaan komt. Teneinde een scherp minimum te verkrijgen heeft men de werking van het raam als ongerichte antenne, het zg. antenne-effect van het raam, opgeheven [1]). Het signaal kan nu echter nog uit 2 tegengestelde richtingen gekomen zijn en hiertusschen kan men onderscheiden door:

3) Bepalen van de richtingszin, waartoe weer evenals bij de koerszoeker de op het raam en op de verticale antenne ontvangen signalen gecombineerd moeten worden tot het in fig. 2 geteekende hartvormige diagram van de ontvangsterkte. Het raam is nu echter niet vast gemonteerd met zijn vlak loodrecht op de lengterichting van het vliegtuig, maar is draaibaar om de verticale as, zoodat de N-Z-richting in fig. 2 willekeurig ten opzichte van de vliegtuigas georiënteerd kan zijn.

Hebben wij bij de stand van het raamvlak loodrecht op de richting N-Z in fig. 2 een minimale ontvangst op het raam alleen, dan kan het signaal nog uit N of Z komen. Draaien wij het raam een weinig rechtsom, dan zal de gecombineerde ontvangsterkte op raam en verticale antenne afnemen voor een signaal uit N, doch toenemen voor een signaal uit Z; bij linksom draaien juist andersom. Is de phase van het raamsignaal omgekeerd, dan wordt het hartvormige diagram gespiegeld ten opzichte van de N-Z-richting van het diagram en zijn de veranderingen der ontvangsterkte bij het draaien van het raam in de buurt van de stand van minimum ontvangst juist andersom.

4) Aanvliegen. De phase van de in het raam opgewekte E.M.K. wordt hiertoe ten opzichte van die der antenne periodiek omgekeerd volgens een punt-streep-rythme met een verhouding 1 : 7 der tijdsintervallen. Gedurende het lange streepinterval geldt het in fig. 2 geteekende hartvormige diagram der ontvangsterkte, terwijl dit tijdens het korte puntinterval ten opzichte van de N-Z-richting gespiegeld is. Komt het signaal in fig. 2 uit oostelijke richtingen, dus van rechts als het raamvlak loodrecht op de vliegtuig-as staat, dan hooren wij sterke strepen en zwakke punten, terwijl een uit het linkerhalfvlak komend signaal sterke punten en zwakke strepen levert. Recht op de zender aan koersend hoort men een doorloopende streep. Behalve zoo op het gehoor te kunnen koersen naar een radiozender, krijgt de piloot de koersrichting naar de betreffende zender ook aangegeven op de visueele koersaanwijzer, die op het dashboard is aangebracht.

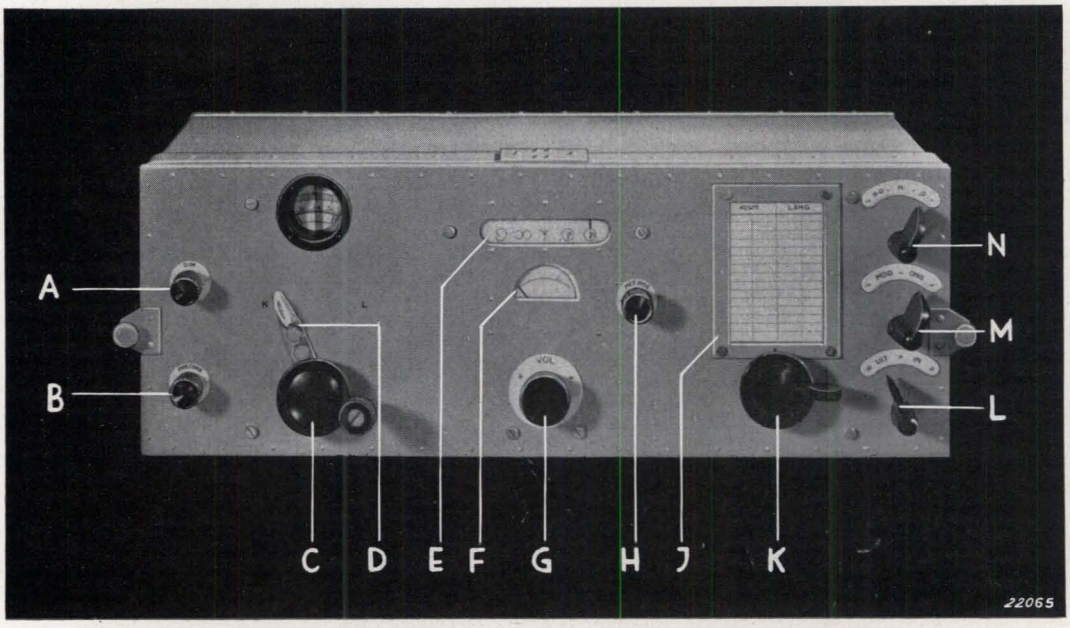

Fig. 3. Aanvliegpeiler Type V.P.K. 35.

5) Bakenontvangst van het Philips lange golf baken, B.R.A. 101, dat op alle Nederlandsche vliegvelden is opgesteld. Dit baken heeft een antennesysteem, dat evenals dat van de peilinrichting bestaat uit een raam en een verticale staaf, die beide vast tenopzichte van de aarde zijn opgesteld. Het radiobaken zendt nu uit over raam en staaf, waarbij de phase van de E.M.K. in het raam in een punt-streep-rythme omgekeerd wordt. In een richting loodrecht op het raamvlak

[1]) In een volgende aflevering van dit tijdschrift zal in een artikel over het meten van veldsterkten nader worden uiteengezet, op welke wijze men het antenne-effect kan opheffen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

ontstaat een doorloopende streep, terwijl men rechts van de bakenlijn, die men zich verloopend langs de N-Z-richting van het in fig. 2 weergegeven diagram kan voorstellen, de strepen duidelijker hoort en links daarvan de punten. Ontvangt het vliegtuig het bakensignaal nu alleen op de verticale antenne, dan ontstaat in de detector hetzelfde effect als door een ongerichte zender met behulp van de automatische omschakelinrichting in een peiler wordt teweeggebracht. Op de visueele koersaanwijzer is derhalve te zien, aan welke zijde van de bakenlijn men zich bevindt.

Bij de ontvangwijzen 4) en 5) is een gelijktijdige aanwijzing op gezicht en gehoor mogelijk. Blijkens de ervaring kunnen sommige piloten scherper koersvliegen op het gehoor dan op visueele aanwijzing; bij anderen is het omgekeerde het geval. Allen apprecieeren echter gelijktijdige aanwijzing op gezicht en gehoor, waarbij één van beide als controle en aanvulling van de andere dienst doet. Bij ontvangst met luchtstoringen is nl. de visueele koersaanwijzing „onrustig", daarentegen zijn in de telefoon de gewenschte teekens voldoende duidelijk te onderscheiden, aangezien deze ingesteld kunnen worden op een specifieke toonhoogte, die duidelijk is te onderscheiden van de storingen.

Vliegend in de richting naar een omroepstation, kan de draaggolf met behulp van een zwever als een continue streep worden gehoord. Na afschakelen van de zwever kan men de modulatie afluisteren van de betreffende zender, zonder dat de visueele koersindicatie wordt gestoord. Dit kan van belang zijn voor het opnemen van weerberichten, welke door vele omroepstations periodiek worden uitgezonden. Bovendien kan aldus worden gecontroleerd, of naar het juiste omroepstation wordt gekoerst, bijv. door middel van de aankondigingen tusschen de programma-nummers.

Uitvoering van de aanvliegpeiler

Op de frontplaat van de aanvliegpeiler ziet men de verschillende bedieningsorganen (fig. 3). Voor het vliegen bij nacht zijn de verschillende schalen van een verlichting voorzien, die met de knop *A* kan worden geregeld. Met de knop *B* kan men door compensatie van het antenne-effect van het raam een scherp minimum instellen. Door de schakelaar *D* in de linkerstand te zetten kiest men het golflengtegebied 250-670 m (1200-488 kiloperioden), terwijl in de rechterstand de golflengte 790-2000 m (380-150 kiloperioden) worden bestreken. De aanvliegpeiler V.P.K. 35 is dus behalve voor de scheeps- en luchtvaartbanden ook geschikt voor het belangrijkste gedeelte van de middengolf omroepband en voor de geheele lange golf omroepband. Met de knop *C* wordt afgestemd, terwijl de schaalverdeeling in de linkerbovenhoek van de frontplaat de golflengteschaal is.

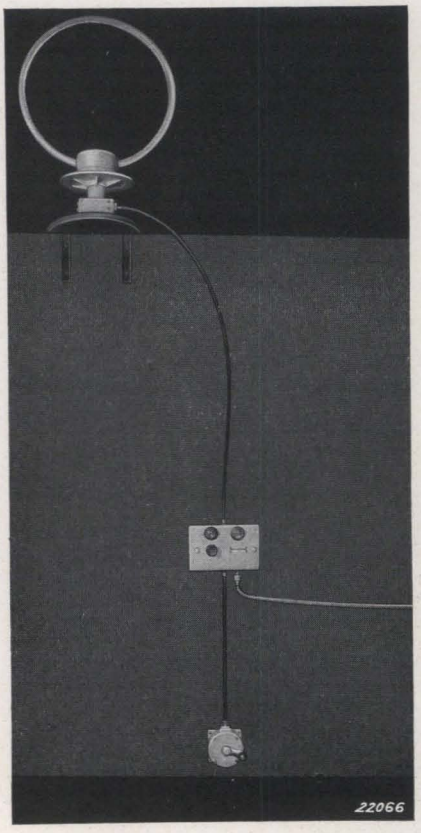

Fig. 4. Draaibare raamantenne, afleesinrichting en inrichting, waarmee het raam kan worden gedraaid, voor de aanvliegpeiler type V.P.K. 35.

Op de schaal *E* is te zien, voor welke ontvangwijze de aanvliegpeiler is ingesteld met behulp van de ontvangwijze-schakelaar *K*. Met de meter *F* kan men de signaalsterkte controleeren, die wordt toegevoerd aan de visueele koersaanwijzer, welke zich bevindt op het dashboard bij de piloot. Met de knop *H* wordt deze signaalsterkte ingesteld, terwijl *G* de volumeregelaar voor de radio-ontvangst bedient. Op de plaat *J* bestaat gelegenheid de stand der golflengteschaal voor het ontvangen der meest gebruikelijke radiozenders te noteeren. Met de schakelaar *L* zet men de geheele installatie in of buiten bedrijf, terwijl men met *M* de zwever voor draaggolfontvangst kan inschakelen. Om onderscheid te maken tusschen de veel en weinig gebruikte knoppen zijn de eerste van grooter afmetingen.

De mengschakelaar *N* maakt het mogelijk, dat de marconist de aanvliegpeiler of de gewone aan boord aanwezige radio-ontvanger (voor verkeers- en weerberichten) of beide gelijktijdig kan afluisteren,

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

terwijl ter zelfder tijd de piloot door middel van een brugschakeling ongestoord de signalen van de aanvliegpeiler alléén ontvangt. Door de mogelijkheid van gelijktijdig beluisteren van boordontvanger en aanvliegpeiler kan de marconist tijdens het afstemmen van de aanvliegpeiler of tijdens het opnemen van radiopeilingen, via de boordontvanger, door een grondstation worden opgeroepen.

Een metertje voor controle der sterkte van het signaal, dat aan de visueele koersindicator wordt toegevoerd, is behalve op het front van de aanvliegpeiler ook aangebracht op het instrumentenbord van het vliegtuig. Zoodoende kan ook de piloot de ontvangen signaalsterkte controleeren.

Fig. 4 toont het raam en de inrichting, waarmee men het kan draaien. Teneinde de aflezing op ooghoogte mogelijk te maken, terwijl het ronddraaien gemakkelijk met de hand moet kunnen geschieden, zijn de afleesschaal en de kruk gescheiden gehouden. Op een schaalverdeeling, die onder een afleesstreep door draait, kan men de peilrichting aflezen ten opzichte van de vliegtuigas. Op een ten opzichte van de afleesschaal verstelbare, zg. pelorusschaal, waarvan men het nulpunt volgens de kompasaflezing kan instellen, vindt men de peilrichting ten opzichte van het Noorden. Met behulp van een lens zijn de standen van de schalen duidelijk af te lezen. Met een tweede lens leest men de foutenkromme af, die voor elke stand van het raam ten opzichte van het vliegtuig aangeeft, hoeveel de gemeten peilrichting gecorrigeerd dient te worden als gevolg van de vervormingen van het electromagnetische veld door de vliegtuigromp. Door een lampje zijn de beide schalen duidelijk verlicht, waarbij er in verband met het nachtvliegen op is gelet, dat er geen verblindend licht direct in het oog van de piloot valt.

Schema van de aanvliegpeiler

De werking van het apparaat wordt hieronder verduidelijkt aan de hand van het blokschema (*fig. 5*).

Het antennesignaal wordt versterkt door de hoogfrequentie versterkertrap *1*; het raamsignaal door de hoogfrequentie trap *2*, waarin twee lampen met parallel geschakelde roosters en in tegenphase geschakelde anoden zijn aangebracht. Door het met behulp van de schakelaar, die de wijze van ontvangst bepaalt, blokkeeren van de lampen in deze hoogfrequentie versterkertrappen heeft de menging plaats op de voor de verschillende ontvangwijzen vereischte manier, nl.:

a) Voor ongerichte ontvangst moet slechts het antennesignaal worden doorgelaten. Daartoe worden beide lampen van de raamtrap *2* door een hooge negatieve roosterspanning geblokkeerd.

b) Hetzelfde geschiedt voor bakenontvangst.

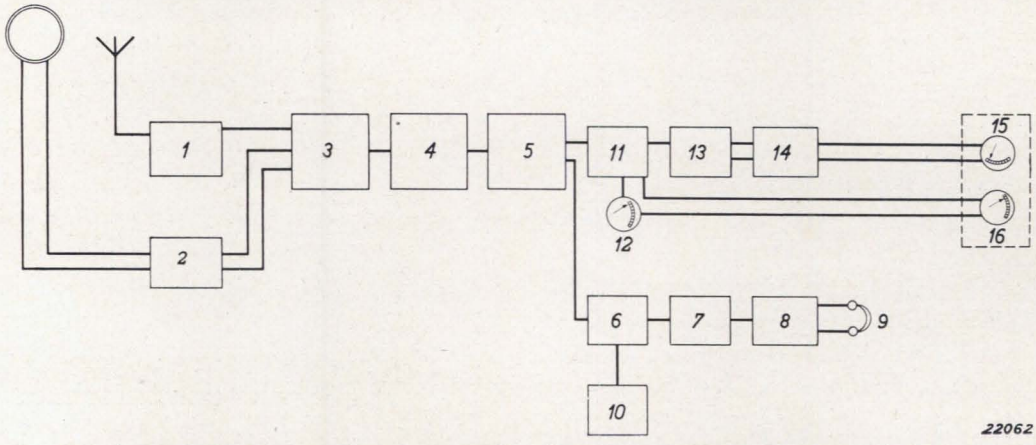

Fig. 5. Schematische voorstelling van de schakeling van de aanvliegpeiler type V.P.K. 35

c) Voor het aanvliegen moet de phase van het raamsignaal ten opzichte van het antennesignaal periodiek in een punt-streep-rythme worden omgekeerd. Dit wordt verkregen door de lampen van raamtrap *1* afwisselend in deze tijdsverhouding te blokkeeren. Dit geschiedt met behulp van een omschakelaar, welke wordt aangedreven door de omvormer voor de anodespanning.

d) voor het bepalen van de richtingszin (hartvormig diagram) wordt één van beide lampen in de raamtrap *2* geblokkeerd.

e) Bij peilen (achtvormig diagram) moet alléén het raamsignaal worden doorgelaten. Daartoe wordt, behalve één der lampen van trap *2*, ook de lamp van de antennetrap *1* geblokkeerd.

De aldus doorgelaten en versterkte signalen worden gecombineerd in trap *3*; waarin de hoogfrequente signalen tevens door middel van een

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

hulposcillator worden omgevormd tot een vaste middenfrequentie. De trappen *1* en *2* en de ingangskring van trap *3* worden nl. afgestemd op de te ontvangen frequentie, waarbij een speciale kring en de antennetrap *1* zorgt voor de juiste phaseverhouding van antenne- en raamsignalen.

De middenfrequente signalen worden nu eerst verder versterkt in de middenfrequentie versterkertrappen *4* en *5*, waarna de splitsing plaats heeft naar de detectoren *11* en *6* resp. voor gezicht- en gehoorontvangst.

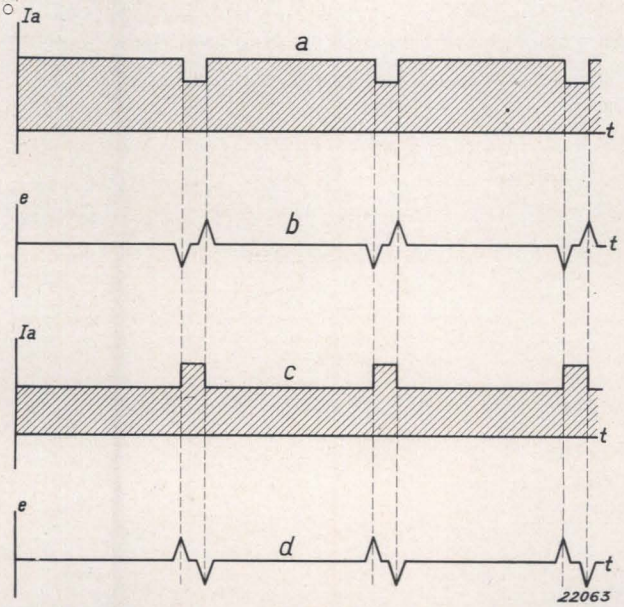

Fig. 6. Schematische voorstelling van de werking van de visueele aanwijzer van de aanvliegpeiler type V.P.K. 35.

Voor de gehoorontvangst wordt het middenfrequente signaal gedetecteerd in trap *6* en het daardoor verkregen laagfrequente signaal versterkt door de laagfrequentie versterkertrappen *7* en *8* en aan de telefoon *9* toegevoerd.

Voor het beluisteren van ongemoduleerde signalen wordt een oscillator (*10*) bijgeschakeld, welke met de middenfrequentie een hoorbare zwevingstoon geeft. Daar de lange golf bakensignalen steeds ongemoduleerd zijn, wordt in de stand „Bakenontvangst" door de ontvangwijze-schakelaar deze oscillator automatisch bijgeschakeld, terwijl dit in de andere ontvangstanden naar behoefte door een afzonderlijke schakelaar kan geschieden.

Voor de visueele aanwijzing bij koers- en bakenvliegen wordt het middenfrequente signaal gedetecteerd in trap *11*. Voor de gunstigste werking van het aanwijsgedeelte is een te detecteeren middenfrequent signaal van een bepaalde sterkte noodig. Deze sterkte is op de frontplaat van de aanvliegpeiler met de knop *H* in te stellen en te controleeren op een in de detectorkring opgenomen stroommeter (*F* in fig. 3 en *12* in fig. 5); bovendien is hiermee in serie ook nog een controlemetertje (*16*) op het dashboard bij den piloot aangebracht.

Verder is het gewenscht, dat bij koersvliegen en bakenontvangst bij het naderen van het zendstation de ontvangsterkte dezelfde blijft, waartoe een automatische sterkteregeling is aangebracht. Deze werkt op de transformatietrap *3* en de middenfrequentie trappen *4* en *5* en wordt ingeschakeld door de ontvangwijze-schakelaar. De automatische sterkteregeling heeft een zoodanig groote traagheid, dat het verschil in ontvangsterkte tusschen punten en strepen niet wordt genivelleerd. De na detectie verkregen stroomstooten worden via een filter, waardoor eventueele audiofrequente modulatie wordt onderdrukt, aan een gelijkstroomversterker in trap *13* toegevoerd. In de plaatkring van deze versterker zullen op de koerslijn geen stroomvariaties optreden; buiten de koerslijn zal kring opgenomen transformator, worden door deze stroomvariaties spanningen opgewekt, die een karakter hebben, als weergegeven door *fig. 6b* voor het strepengebied en door *fig. 6d* voor het puntendit echter wel het geval zijn. In het strepengebied zal de plaatstroom het karakter krijgen van *fig. 6a*, in het puntengebied dat van *fig. 6c*.

In de secundaire wikkeling van een in de plaat-

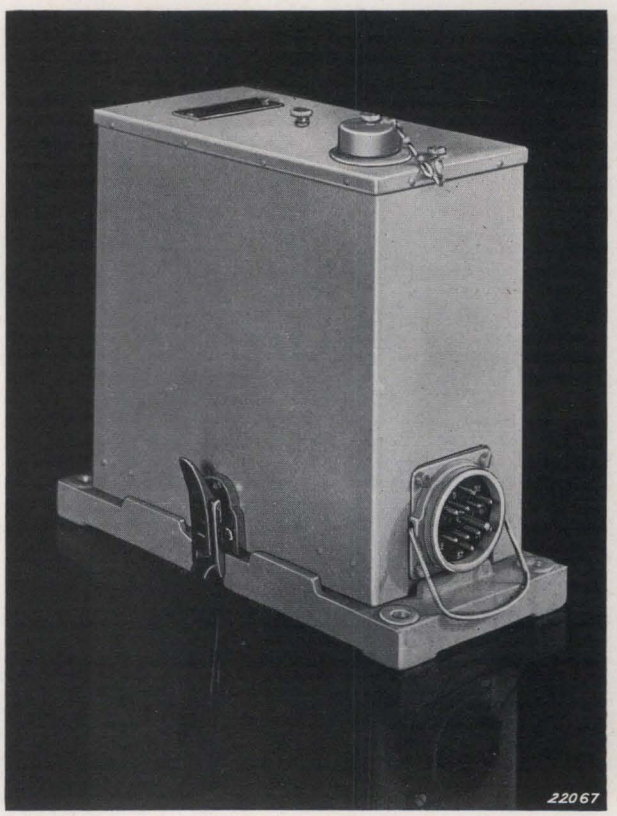

Fig. 7. Omvormer met ontstoringsmiddelen voor de voeding van de aanvliegpeiler type V.P.K. 35.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

gebied. Uit de figuren 6*b* en *d* blijkt, dat de eerste impuls van de impulscombinatie in het strepengebied, tegengesteld gericht is aan die in het puntengebied. Wordt dus van elke impulscombinatie slechts de eerste impuls doorgegeven, dan zal het aanwijsinstrument op punten en strepen tegengesteld reageeren.

Dit wordt bereikt in trap *14*, waar twee lampen in balans zijn aangesloten op de secundaire wikkeling van de reeds genoemde transformator. In de roosterkring is een speciale inrichting opgenomen ter verkrijging van de vergrendeling. De lampen zijn zoodanig ingesteld, dat hun werkpunt in het gebied van de sterkste kromming der karakteristiek ligt. Zoodra in één lamp tengevolge van een impuls de plaatstroom toeneemt, worden hierdoor beide lampen gedurende minstens de tijdsduur van één punt vergrendeld, zoodat impulsen, welke gedurende deze tijd optreden, niet worden doorgelaten.

Als gevolg hiervan, zal bij punten slechts de ééne lamp werken; bij strepen juist de andere. De wijzer van het indicatie-instrument *15*, dat tusschen de anoden van beide lampen is geschakeld, zal op de koerslijn in de middenstand staan en zoodoende bij punten resp. strepen een uitslag in tegengestelde richtingen vertoonen.

De energie voor de aanvliegpeiler wordt onttrokken aan de boordaccumulator. De gloeidraden van de indirect verhitte lampen zijn direct op de batterij aangesloten, terwijl de anodespanningen worden verkregen via een omvormer, welke primair door de boordbatterij wordt gevoed. Deze omvormer is met zijn ontstoringsmiddelen en zekering in een kast ondergebracht (*fig.* 7). De ontstoring is dusdanig dat, wanneer de peiler is ingesteld op grootste gevoeligheid, zelfs op de kortste golven geen storingen, bijv. vonken van de collector, waarneembaar zijn.

De aanvliegpeiler is zeer licht geconstrueerd en weegt in totaal slechts 21,3 kg, waartoe de peilontvanger 11,4 kg bijdraagt en de omvormer 4,2 kg. De draaibare raamantenne, die buiten op het vliegtuig moet worden gemonteerd, is slechts 43 cm hoog.

Bewerkt door G. P. ITTMANN.

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

No. 1153: J. A. M. van Liempt: Die Anätzung von Molybdän durch alkalische Ferricyankaliumlösungen (Rec. Trav. chim. Pays Bas **55**, 989 - 990, Nov. 1936).

Het etsen van molybdenium door ternaire mengsels van water, natriumhydroxide en kaliumferricyanide werd nagegaan en vastgesteld in een diagram. Hieruit werd een voorschrift afgeleid voor een oplossing, die zeer geschikt is voor het metallografisch etsen en voor het onderzoek van de zg. tusschensubstantie.

No. 1154: H. C. Hamaker: A general theory of lyophobic colloids. I. (Rec. Trav. chim. Pays Bas **55**, 1015 - 1026, Nov. 1936).

Dit artikel gaat uit van de gebruikelijke veronderstelling, dat de wisselwerking tusschen de deeltjes van een colloid, waarvan wij de hydratatie mogen verwaarloozen, onstaat uit de superpositie van een aantrekking volgens v. d. Waals en London en een electrostatische afstooting. Dit eenvoudige beeld voert bij nauwkeurige uitwerking tot essentieel ingewikkelder verschijnselen dan men tot nu toe vermoedde. Met de hier gegeven voorstellingen kan op eenvoudige wijze een uitgebreider complex van verschijnselen worden verklaard, dan tot nu toe theoretisch gebeurde.

No. 1155*: W. Elenbaas: Zur Frage der Berechtigung des Minimumprinzips in der Theorie der Bogenentladung (Elektrotechn. Z. **57**, 1497 - 1498, Dec. 1936).

In dit artikel wordt stelling genomen tegen het door Kesselring en Koppelmann verdedigde minimumprincipe in de theorie van de lichtboog, volgens hetwelk de boog met een zoodanige tem-

*) Van publicaties, gemerkt met * is geen voor verspreiding voldoend aantal overdrukken beschikbaar. Van de andere publicaties verstrekt de Administratie van het Natuurkundig Laboratorium, Kastanjelaan, Eindhoven, op aanvraag gaarne overdrukken.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

peratuur en diameter zal branden, dat de stroom vloeit onder invloed van het kleinst mogelijke spanningsinterval. Elenbaas laat zien, dat in sommige gevallen de boog reeds geheel bepaald is, vóór dat men van het minimumprincipe gebruik heeft gemaakt, waaruit volgt, dat men dan dus ook niet meer de vrijheid heeft om nog een dergelijk principe in te voeren.

No. 1156: W. G. Burgers and J. J. A. Ploos van Amstel: „Oriented" oxidation of barium (Physica **3**, 1057 - 1063, Dec. 1936).

Laagjes metallisch barium werden verkregen door het metaal in vacuum te vervluchtigen en het daarna neer te slaan op een vlakke, gepolijste koperen plaat. Afhankelijk van o.a. de temperatuur, waarbij het verdampen plaats vond, zijn de kristallieten willekeurig gerangschikt, of vertoonen zij een voorkeur om hun [111]-richting loodrecht op het oppervlak te plaatsen. Bij oxydatie van de georienteerde laagjes barium verkrijgt men ook georienteerde laagjes van bariumoxyde, waarvan de [100]-richting ongeveer 10 ° à 15 ° schommelt om de normaal op de onderlaag. De richting van nauwste pakking in het metaalrooster [111] blijkt dus vrijwel evenwijdig te zijn met die van de metaalatomen in het oxydrooster [110].

Verder werd gevonden, dat de [111]-richting in de georienteerde bariumlaagjes, die gevormd werden bij schuin invallen van de dampstraal, een weinig afwijkt van de normaal op de onderlaag en wel in de richting van de invallende straal, evenals dit reeds eerder werd waargenomen aan lagen calciumfluoride.

No. 1157: W. G. Burgers and J. J. A. Ploos van Amstel: Texture of thinly rolled tungsten foil (Physica **3**, 1064 - 1066, Dec. 1936).

Uit electronendiffractiebeelden van een zeer dun gewalst wolfraamplaatje blijkt, dat dit een uitgesproken textuur bezit tengevolge van het walsen. De kristallieten liggen nl. met een kubusvlak evenwijdig aan het wolfraamplaatje en met een ribbe onder ongeveer 45 ° met de walsrichting. Bij oxydatie ontstaat een oxydlaagje, waarin de kristallieten willekeurig zijn gerangschikt.

No. 1158: G. Holst und P. J. Bouma: Ein neues Meßgerät zur Beurteilung der Güte einer Straßenbeleuchtung (Physica **3**, 1159 - 1163, Dec. 1936).

Aangezien deze zichtbaarheidsmeter in de vorige jaargang van dit tijdschrift is beschreven (vgl. Philips techn. T. **1**, 353 - 356, Dec. 1936), wordt er hier niet nader op ingegaan.

No. 1159*: A. E. van Arkel et J. H. de Boer: La valence et l'électrostatique (435 blz.; 1936; uitgever: Librairie Felix Alcan; 108 Boulevard Saint Germain; Paris VIe).

Dit boek is een Fransche bewerking van het bekende door dezelfde schrijvers reeds in de Nederlandsche (1930) en Duitsche (1931) taal uitgegeven boek: Chemische binding als electrostatisch verschijnsel. Bij deze bewerking is het boek belangrijk uitgebreid, o.a. met eenige toepassingen van het principe van Franck en Condon op de chemische binding. Zeker niet het minst belangrijk is, volgens het voorwoord van Prof. Victor Henri het in dit boek uitgewerkte verband tusschen de vluchtigheid en de electrische dipoolmomenten der moleculen van de homologe reeksen van organische stoffen.

No. 1160: W. F. Brandsma und E. M. H. Lips: Über die Erkennung von Umwandlungen bei Metallen im festen Zustande (Z. Metallk. **28**, 381 - 382, Dec. 1936).

De wijze, waarop de torsiesnelheid, bij constant gehouden torsiemoment, wordt beinvloed door veranderingen in de vaste toestand bij metalen, wordt onderzocht met een reeds eerder beschreven torsiemeter. Bij staal met 0,16 % koolstof werd bij de verandering van α- in γ-ijzer een plotselinge vergrooting der torsiesnelheid waargenomen, terwijl aan koud bewerkt aluminium twee karakteristieke punten gevonden werden. Het eerste punt kan verklaard worden als een overgang van de kristallijne plasticiteit in amorphe plasticiteit, terwijl het tweede punt kan worden toegeschreven aan het beëindigen der rekristallisatie.

No. 1161: W. Elenbaas: Lampe à mercure à surpression (Rev. Opt. **15**, 343 - 350, Sept. 1936).

Uitvoering en werkingswijze worden besproken van de ontladingsbuis met super hooge kwikdruk. De hooge oppervlakte-helderheid en het spectrum der ontlading worden behandeld. Tenslotte wordt aangegeven, op welke verschillende wijzen men de druk in deze ontladingen kan bepalen.

No. 1164: W. de Groot: Het natuurlijke systeem der elementen van het standpunt der kernphysica (Chem. Wbl. **34**, 3 - 7, Jan. 1937).

Aangezien inmiddels over kernphysica een eenigs-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

zins analoog artikel van denzelfden schrijver in dit tijdschrift is verschenen (Philips techn. T. **2**, 97, 1937), refereeren wij hier dit artikel uit het Chem. Wbl. niet nader.

No. 1165*: M. J. O. Strutt: Moderne electronenbuizen met meerdere roosters (Ingenieur **52**, E 1 - 7, Jan. 1937).

Dit artikel is een uittreksel van **No. 1148**.

No. 1166: M. J. O. Strutt: Verzerrungseffekte bei Mischröhren (Hochfrequenztechn. u. Elektroakust. **49**, 20 - 23, Jan. 1937).

In dit artikel wordt een kort overzicht gegeven van de gebruikelijke menglampen. De karakteristiek der lampen kan worden geschreven als een som van exponentieele functies met behulp waarvan de vervormingseffecten gemakkelijk algemeen zijn te berekenen. Eenige fluittonen worden berekend, waarna tenslotte het verband wordt nagegaan tusschen de vervormingseffecten en fluittonen.

No. 1167: W. G. Burgers and J. J. A. Ploos van Amstel: Electronoptical observation of metal surfaces. I. Iron: formation of the „crystal pattern" on activation (Physica **4**, 5 - 14, Jan. 1937).

De constructie van het electronenmicroscoop wordt in het kort beschreven. Aan de hand van fotografische opnamen worden de verschijnselen besproken, die zich voordoen bij het activeeren van ijzer met strontium uitgaande van strontiumcarbonaat. Er wordt een duidelijk emissiepatroon verkregen van de kristallijne textuur. De gebruikte methode van activeeren heeft zekere overeenstemming met het activeeren van gethorieerde wolfraam (vgl. Philips techn. T. **1**, 313, 1936).

No. 1168: W. G. Burgers and J. J. A. Ploos van Amstel: Electronoptical observation of metal surfaces. II. Phenomena observed on transition of α into γ iron (Physica **4**, 15 - 22, Jan. 1937).

Aan de hand van vele foto's worden de veranderingen besproken, die optreden in de emissiepatronen van ijzer bij overgang van de α- in de γ-modificatie en omgekeerd. De behandeling geschiedt zoowel van metallografisch standpunt als met het oog op de emissie van electronen. Vóór de groeiende kristalliet verschijnt een zone, die tijdelijk een abnormale emissie heeft. Dit is een aanwijzing, dat het overgangsproces begeleid wordt door een verplaatsing van geactiveerde atomen in de groeizone (vgl. Philips techn. T. **1**, 321, 1936).

No. 1169: T. Jurriaanse: Eine Glühkathodengleichrichterröhre mit Magnetfeld und niedrigem Gasdruck (Physica **3**, 23 - 27, Jan. 1937).

Voor gelijkrichterbuizen met gloeikathode moet men ter vermijding van terugslag een zoo laag mogelijke gasdruk gebruiken. Bij zulke lage drukken zou de brandspanning zoo hoog worden, dat men last zou krijgen van kathodeverstuiving en van te groote verliezen. Deze hinderlijke brandspanningsverhooging wordt vermeden door een magneetveld tusschen kathode en anode aan te brengen.

No. 1170: F. Coeterier and M. C. Teves: An apparatus for the transformation of light of long wave length into light of short wave length. III. Amplification by secondary emission (Physica **4**, 33 - 40, Jan. 1937).

Een versterking, waarbij één of meermalen secundaire emissie wordt toegepast, is mogelijk door gebruik te maken van de afbuiging van kathodestralen over groote hoeken (tot 180°) door magnetische velden onder behoud van de beeldscherpte.

No. 1171: M. J. Druyvesteyn und N. Warmoltz: Die Elektronenemission einer Oxydkathode in einer Bogenentladung (Physica **4**, 41 - 50, Jan. 1937).

Door de spanning van de boog als functie van de stroom te meten, werd de electronenemissie van een oxyde kathode in een boogontlading bepaald. Daar de stroom slechts gedurende 10^{-4} sec door de boog vloeide, werden de temperatuur en andere eigenschappen van de kathode niet veranderd door de meting. De waargenomen verschijnselen kunnen worden verklaard door te onderstellen, dat een de electronen versnellend veld op het oxyde-oppervlak niet overal bij éénzelfde stroom optreedt, daar het oppervlak erg ruw is.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!